

# PALINOLOGÍA DEL MIEMBRO GRAN BAJO DE LA FORMACIÓN SAN JULIÁN (OLIGOCENO TARDÍO) EN SU LOCALIDAD TIPO, SANTA CRUZ, ARGENTINA: CONSIDERACIONES PALEOAMBIENTALES



M. EVELINA HEREDIA<sup>1</sup>, MARTA M. PAEZ<sup>2</sup>, G. RAQUEL GUERSTEIN<sup>1</sup> y ANA PARRAS<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Geológico del Sur, Departamento de Geología, Universidad Nacional del Sur, San Juan 670, B8001CN Bahía Blanca, Argentina. [meheredia@criba.edu.ar](mailto:meheredia@criba.edu.ar); [raquel.guerstein@uns.edu.ar](mailto:raquel.guerstein@uns.edu.ar)

<sup>2</sup>Laboratorio de Palinología, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata, Funes 3250, B7602AYJ Mar del Plata, Argentina. [mmpaez@mdp.edu.ar](mailto:mmpaez@mdp.edu.ar)

<sup>3</sup>Instituto de Ciencias de la Tierra y Ambientales de La Pampa, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa, Uruguay 151, L6300CLB Santa Rosa, Argentina. [aparras@exactas.unlpam.edu.ar](mailto:aparras@exactas.unlpam.edu.ar)

**Resumen.** El objetivo de este trabajo es presentar los resultados palinológicos del Miembro Gran Bajo de la Formación San Julián en el área tipo (Gran Bajo de San Julián). La sección estudiada aflora en el este de la provincia de Santa Cruz y ha sido asignada al Oligoceno tardío sobre la base de dataciones <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr. A partir del análisis sedimentológico se infiere que la depositación tuvo lugar en un ambiente marino somero, marginal, de planicie costera en su sector inferior, de *foreshore* a *shoreface* en su sector medio y de *shoreface* a plataforma interna en el superior. Las asociaciones palinológicas están constituidas principalmente por elementos terrestres con un alto grado de preservación. El estudio palinológico cuantitativo permitió realizar una reconstrucción de la estructura y composición de la vegetación en relación con los ambientes de depositación. Los cambios en los ambientes depositacionales se reconocen en las zonas palinológicas determinadas a partir del análisis de agrupamiento. Entre las especies arbóreas, las Podocarpaceae dominan en el sector medio y las Nothofagaceae (principalmente *Nothofagidites* tipo *brassii*) en el sector superior, asociados a Araucariaceae y Proteaceae en menores proporciones. Las Myrtaceae, Arecaceae, Sapindaceae y Anacardiaceae estuvieron escasamente representadas. El sotobosque habría estado compuesto por diferentes especies de monilófitas, principalmente por Cyatheaceae y Dicksoniaceae, las que disminuyen hacia el final del intervalo analizado.

**Palabras claves.** Palinología. Sedimentología. Paleovegetación. Paleoambientes. Oligoceno tardío. Cuenca Austral.

**Abstract.** PALYNOLOGY OF THE GRAN BAJO MEMBER, SAN JULIÁN FORMATION (LATE OLIGOCENE) IN ITS TYPE LOCALITY, SANTA CRUZ, ARGENTINA: PALEOENVIRONMENTAL CONSIDERATIONS. The aim of this paper is to present the palynological results from the Gran Bajo Member of the San Julián Formation in its type area (Gran Bajo de San Julián). The studied section crops out in the eastern Santa Cruz Province and has been assigned to the late Oligocene based on <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr data. The sedimentological analysis suggests a shallow marine environment close to the coast barely influenced by ocean waters at the lower part of the section, which evolved toward a foreshore-shoreface environment at the middle part of the section and to a shoreface-offshore towards the upper part of the section. The palynological assemblages from Gran Bajo section are primarily conformed by terrestrial elements with high preservation stage. A detailed palynological study allowed reconstructing the structure and composition of the forest in relation to depositional environments. Changes in the depositional environments correlate with the pollen zones determined by cluster analysis. Among the arboreal elements, the Podocarpaceae dominated the middle part of the section and Nothofagaceae (mainly *Nothofagidites* *brassii* type) dominates in the upper part, associated with Araucariaceae and Proteaceae in lower proportions. Myrtaceae, Arecaceae, Sapindaceae and Anacardiaceae were scarcely represented. The understory was composed by different species of monilophytes, mainly Cyatheaceae and Dicksoniaceae that decrease towards the top of the analyzed interval.

**Key words.** Palynology. Sedimentology. Paleovegetation. Paleoenvironments. Late Oligocene. Austral Basin.

La Patagonia extraandina fue afectada por sucesivas transgresiones atlánticas desde el Cretácico Tardío hasta el Neógeno. Malumián (1999) propuso cinco ciclos transgresivo-regresivos durante el Cenozoico. Hacia el final del Paleógeno, tuvo lugar el inicio de la denominada transgresión “Patagoniana”, la que dejó evidencias en las distintas cuencas atlánticas de una Patagonia ampliamente inundada. En la Cuenca Aus-

tral, tanto la denominación y correlación de las unidades litoestratigráficas correspondientes a este ciclo transgresivo-regresivo como sus edades, han sido motivo de importantes controversias (Parras y Casadío, 2005 y trabajos allí referenciados). Recientemente, Parras *et al.* (2008) sobre la base de dataciones <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr y <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar, presentaron una correlación de los depósitos “patagonianos” del sector occidental de la

cuenca en la provincia de Santa Cruz, representados por la Formación Estancia 25 de Mayo (ex Centinela), con los de las formaciones San Julián y Monte León, aflorantes en el sector atlántico.

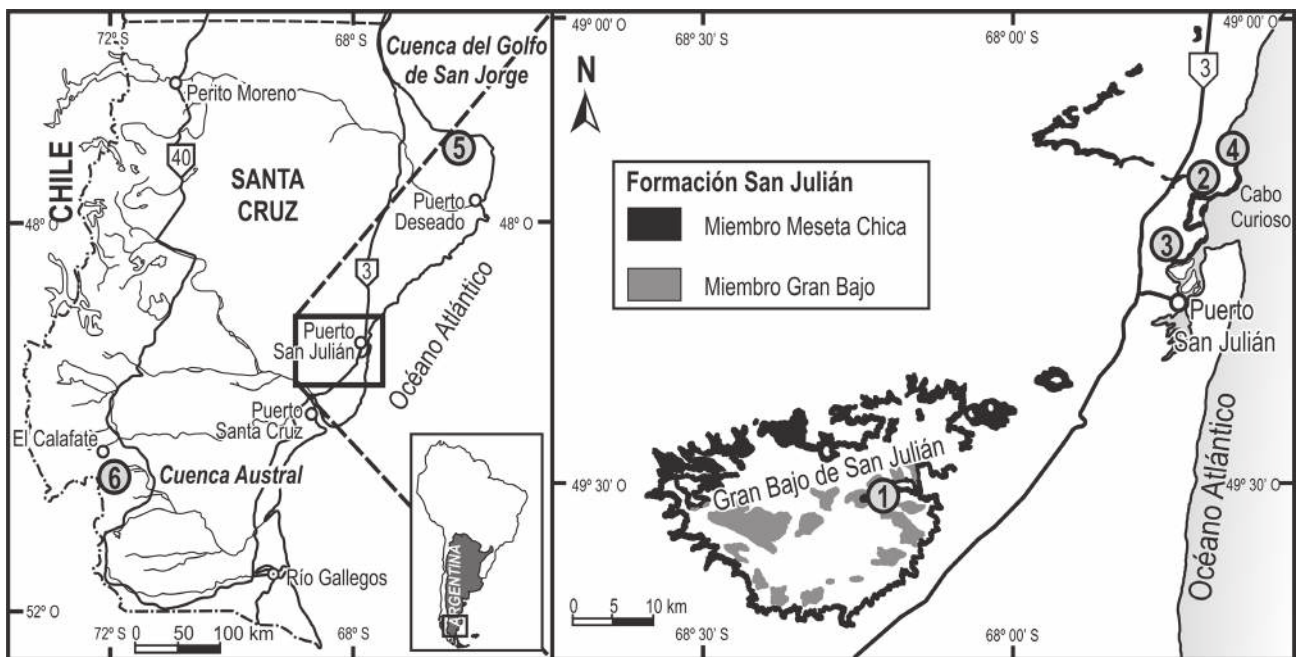
La Formación San Julián representa los niveles basales del “Patagoniano” y está constituida por sedimentitas marino-marginales a marino someras depositadas durante el Oligoceno tardío en el margen oriental de la provincia de Santa Cruz. Parras y Casadío (2005) realizaron un análisis estratigráfico secuencial e interpretaron a esta unidad como depositada durante un ciclo de profundización y somerización, representado por los miembros Gran Bajo y Meseta Chica, respectivamente (Fig. 1). El Miembro Gran Bajo aflora en el Gran Bajo de San Julián, donde se encuentra la sección estudiada y en los acantilados de la costa, constituyendo la parte inferior de las secciones Cabo Curioso y Playa La Mina.

En este marco estratigráfico secuencial para la Formación San Julián y sobre la base de dataciones isotópicas se presentan los resultados palinológicos cuantitativos del Miembro Gran Bajo en la sección homónima, con el objetivo de reconstruir la estructura y composición de la vegetación y los cambios de la misma en relación con los ambientes de-

posicionales. Este trabajo forma parte de la Tesis Doctoral (UNMDP) de M.E. Heredia.

**UBICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

El área de estudio se localiza en el sector oriental de la provincia de Santa Cruz (Fig. 1), donde predominan condiciones semiáridas templado-frías. En el paisaje de las altiplanicies, con terrazas y mesetas de pendiente suave, sin red de drenaje organizado, se extiende la vegetación del semidesierto (*sensu* Movia *et al.*, 1987). La sección Gran Bajo analizada (49°31’S–68°14’O) se localiza dentro de la gran depresión endorreica del Gran Bajo de San Julián, con una cota de 105 m por debajo del nivel del mar. En esta extensa depresión endorreica se forman lagunas temporarias someras y salinas con vegetación halofítica y psammofítica. Hacia el oeste, en las laderas andinas orientales se extienden los bosques subantárticos asociados a condiciones templado-frías, con precipitaciones menores a 1000 mm anuales y temperaturas inferiores a -10° C durante los meses de invierno. Estos bosques de *Nothofagus pumilio* y *Nothofagus antarctica* y un sotobosque de *Embotryum coccineum*, *Pernetia mucronata*, *Berberis ilicifolia* y *Fuschia magellanica*, entre otras, se desa-



**Figura 1.** Mapa de ubicación del Gran Bajo de San Julián incluyendo otras localidades citadas en el texto con los autores que las estudiaron (afloramientos de la Formación San Julián según Panza *et al.* 1995). 1) sección Gran Bajo, 2) Pozo CC3 (Náñez *et al.*, 2009), 3) Pozo CC4 (Náñez *et al.*, 2009), 4) sección Playa La Mina (Barreda, 1997a), 5) secciones Punta Nava y Mazarredo (Barreda y Palamarczuk, 2000), 6) sección Estancia 25 de Mayo (Barreda *et al.*, 2009)/ Location Map of Gran Bajo de San Julián area including the localities cited in the text with the authors who studied them (outcropping of San Julián Formation from Panza *et al.*, 1995). 1) Gran Bajo section, 2) CC3 borehole (Náñez *et al.*, 2009), 3) CC4 borehole (Náñez *et al.*, 2009), 4) Playa La Mina section (Barreda, 1997a), 5) Punta Nava and Mazarredo sections (Barreda and Palamarczuk, 2000), 6) Estancia 25 de Mayo section (Barreda *et al.*, 2009).

rollan hasta aproximadamente los 1500 msnm (Movia *et al.*, 1987; Oliva *et al.*, 2001).

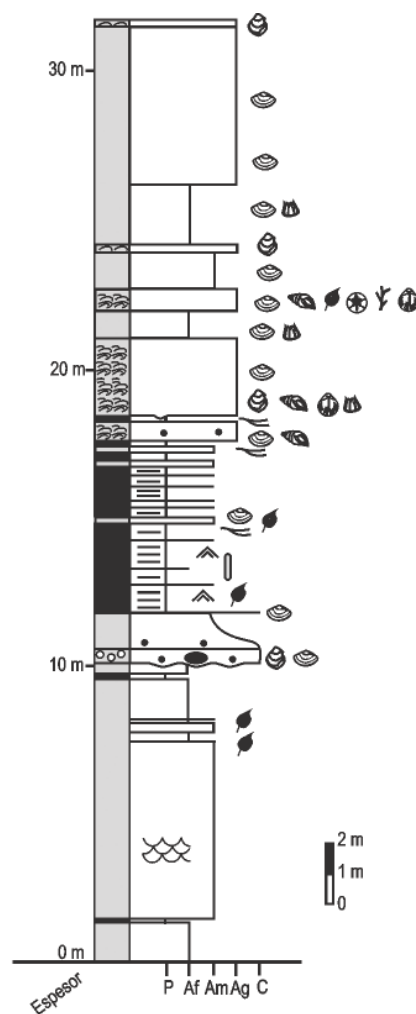
### ESTRATIGRAFÍA Y EDAD

La Formación San Julián ha sido definida formalmente por Bertels (1970) para englobar a una sucesión muy fosilífera aflorante en el Gran Bajo de San Julián, incluida previamente en el "Piso Juliense" de Ameghino (1898), e integrada en su base por arcilitas a las que se le superponen areniscas y calcáreos (Bertels, 1970). Esta autora estableció como área tipo de la unidad el Gran Bajo de San Julián y como sección tipo aquella formada por las sedimentitas aflorantes en la Meseta Chica junto con las presentes en una lomada suave ubicada unos 500 m al noreste, que conformarían la base de la misma. Estas dos secciones, de diferentes características litológicas, son las que posteriormente y en el área tipo permitieron a Bertels (1977) subdividir a la Formación San Julián en dos miembros, el inferior o Miembro Gran Bajo y el superior o Miembro Meseta Chica. El Miembro Gran Bajo se apoya en discordancia sobre un complejo piroclástico-lávico-sedimentario asignado al Grupo Bahía Laura (Jurásico Medio a Superior). El mismo es cubierto por el Miembro Meseta Chica, al cual se le superponen, en aparente discordancia, las sedimentitas marinas de la Formación Monte León (Mioceno temprano). En discordancia erosiva sobre esta última unidad se disponen varias acumulaciones mantiformes de gravas y arenas del Mioceno tardío-Pleistoceno temprano de las formaciones Cordón Alto, Pampa de la Compañía, Mata Grande y La Avenida (Panza *et al.*, 1995).

La Formación San Julián posee un espesor máximo de 80 m y está constituida por pelitas oscuras, areniscas finas a gruesas, coquinas y escasos mantos de carbón (Panza *et al.*, 1995). De acuerdo con Manassero *et al.* (1997) estas sedimentitas se habrían depositado en un ambiente marino somero, en una plataforma dominada por arenas. Parras y Casadío (2005) identificaron facies de planicie costera en la base, de *shoreface* a plataforma interna en su sector medio y de *shoreface* en el techo, indicando que esta sucesión representaría un ciclo de profundización y somerización bajo el dominio de corrientes de oleaje y tormenta.

En lo referente a la edad de esta unidad, teniendo en cuenta el contenido en foraminíferos, Bertels (1970) la asignó al Oligoceno tardío (Chattiano). Posteriormente y sobre la base del mismo grupo de microfósiles fue sugerida una edad comprendida entre el Eoceno tardío y el Oligoceno temprano (Bertels, 1977; Náñez, 1988; Malumián,

1999). Malumián (2002) señaló que dado que esta unidad carecía de típicos foraminíferos planctónicos, la asignación de edades para la misma no era confiable. Sobre la base del



### REFERENCIAS

- |   |   |
|---|---|
| ■ Pelitas (P)                                   | ⏏ Bioturbaciones                                |
| □ Areniscas (A)                                 | 🌿 Fragmentos vegetales                          |
| ◉ Areniscas conglomerádicas y conglomerados (C) | 🐚 Bivalvos                                      |
| 🌊 Areniscas bioclásticas                        | 🐚 Gasterópodos                                  |
| 🏗️ Estratificación entrecruzada en artesa       | 🐚 Braquiópodos                                  |
| ≡ Laminación                                    | 🌿 Briozoos                                      |
| 🏗️ Laminación heterolítica                      | 🐚 Equinodermos                                  |
| 🏗️ Óndulas simétricas                           | 🐚 Cirripedios                                   |
| ● Concreciones                                  | 🐚 Concentración de <i>Crassostrea? hatcheri</i> |
| ●● Intraclastos                                 |   |

**Figura 2.** Sección estratigráfica Gran Bajo, Miembro Gran Bajo de la Formación San Julián/ Gran Bajo stratigraphic section, Gran Bajo Member of San Julián Formation.

estudio de las asociaciones palinológicas de niveles carbonosos en Cabo Curioso, Pöthe de Baldi (1974) indicó una edad eocena tardía–oligocena temprana, y recientemente Náñez *et al.* (2009) estimaron para la “sección pelítica basal”, en los pozos CC-3 y CC-4, una edad oligocena teniendo en cuenta su posición estratigráfica y las características de las asociaciones palinológicas y la microfauna, aunque las autoras también en este caso aclaran la ausencia de indicadores bioestratigráficos. Del mismo modo, Barreda (1997a) estudió las asociaciones provenientes de niveles carbonosos y aquellas pertenecientes a niveles de mar muy bajo y sugirió una edad oligocena para la sección Playa La Mina sustentándose en los biocronos de especies conocidas y por la similitud con asociaciones de otras localidades. Recientemente se han obtenido edades isotópicas para la Formación San Julián, mediante dataciones  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  sobre valvas de *Crassostrea? hatcheri* (Ortmann) procedentes de seis concentraciones esqueléticas presentes en ambos miembros de esta unidad. Las edades obtenidas están comprendidas entre los 25,93 y 23,83 Ma, indicando una edad oligocena tardía (Chattiano) (Parras y Casadío, 2002; Parras *et al.*, 2008). En particular, para la sección aquí estudiada las edades obtenidas han sido de 25,93 y 25,28 Ma (Parras *et al.*, 2008), indicando que la misma se habría depositado durante las primeras etapas del episodio de calentamiento oceánico detectado por Zachos *et al.* (2001) en el Oligoceno tardío (entre los 24 y los 26 Ma).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se procedió a la medición detallada de la sección estratigráfica Gran Bajo utilizando un báculo de Jacob. Se describieron estructuras sedimentarias y los fósiles presentes. Se recolectaron 43 muestras, provenientes de los diferentes estratos identificados. Las mismas representan distintas litologías, desde pelíticas a conglomerádicas. Para el análisis palinológico se seleccionaron 30 muestras provenientes del sector inferior, medio y superior de la sección, de las cuales 26 contienen material suficiente para realizar recuentos estadísticamente significativos.

El procesamiento de extracción palinológica, fue realizado en el Servicio Geológico Canadiense (Dartmouth, Nova Scotia). Las muestras fueron tratadas con ácidos fluorhídrico y clorhídrico, oxidación durante un minuto con ácido nítrico al 10% y lavado durante un minuto con hidróxido de amonio al 10%. Posteriormente, se concentró la fracción orgánica mediante el método de separación de líquidos pesados utilizando bromuro de zinc ( $\text{BrZn}$ ,  $\delta = 2$

$\text{g}/\text{cm}^3$ ). Para la remoción de las partículas finas, se realizó una centrifugación diferencial y los residuos obtenidos se filtraron para concentrar la fracción entre 10–180  $\mu\text{m}$ . La tinción de los residuos se realizó con *Bismarck brown*, montados y secados sobre cubreobjetos en hidroxietil celulosa utilizando como agente dispersante eter etileno glicol monometil y fijados con evalcita. El material se encuentra depositado y etiquetado en la colección del Laboratorio de Palinología, Departamento de Geología, Universidad Nacional del Sur, Argentina, bajo las siglas UNSLP y la numeración P38483-01 a P38485-01, P38487-01, P38674-01 a P38676-01, P38678-01 a P38682-01, P38688-01 a P38705-01.

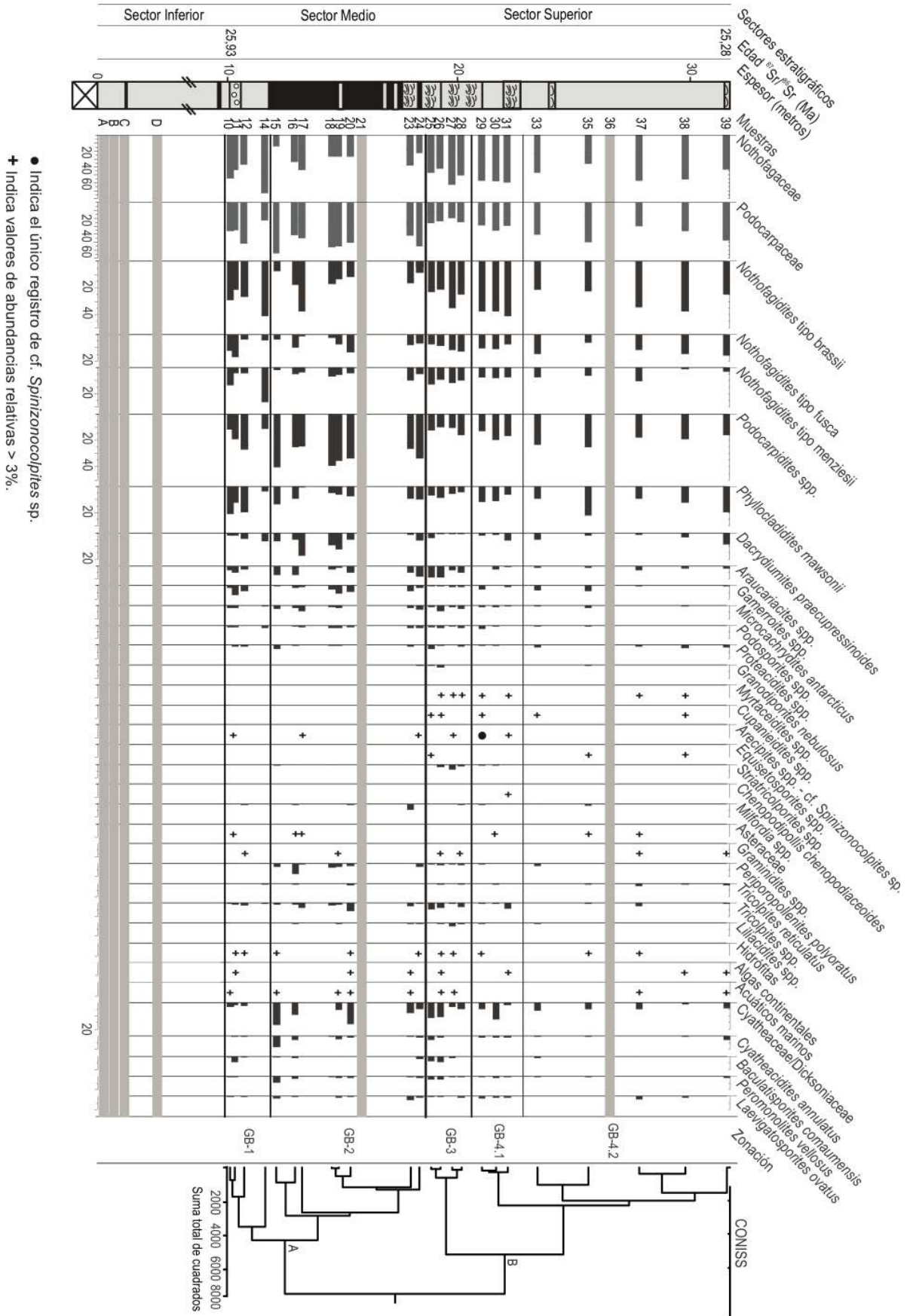
La determinación y recuento de granos de polen y esporas (esporomorfos) y palinomorfos no polínicos, se realizó con un microscopio Nikon Eclipse 600 y las fotos fueron tomadas con una cámara digital Nikon Coolpix S4. En la Tabla 1 se presenta la lista de morfoespecies, su afinidad botánica y el representante actual más cercano (*Nearest Living Relatives*) para el sur de América del Sur, Australia y Nueva Zelanda. En la Tabla 1 y en el Apéndice los taxones han sido ordenados siguiendo las clasificaciones de monilófitas propuesta por Smith *et al.* (2006) y de angiospermas por *Angiosperm Phylogeny Group III* (2009). Las briófitas se consideraron como “Bryophyta *sensu lato*” y para las gimnospermas se aplicó el sistema de clasificación presentado por Christenhusz *et al.* (2011).

Para determinar, a partir de las asociaciones palinológicas, la fisonomía del desarrollo de bosque *in situ*, se estableció un valor  $\geq 50\%$  de polen arbóreo, criterio propuesto en los estudios palinológicos actuales en Patagonia Norte (*sensu Paez et al.*, 2001).

Las sumas totales de esporomorfos comprenden como mínimo 300 esporomorfos en cada muestra. Los porcentajes de gimnospermas y angiospermas se calcularon a partir de la suma de polen, mientras que los de criptógamas (briófitas y monilófitas) a partir de la suma total de esporomorfos. Las muestras A, B, C, D, 21 y 36 contienen escaso material palinológico, por lo que fueron excluidas del análisis.

Se elaboró un diagrama de abundancias relativas con los taxones que presentaron valores  $> 3\%$ , aquellos considerados de interés bioestratigráfico (asteráceas), de condiciones ambientales locales (hidrófitas) y otros (arecáceas, mirtáceas, poáceas, etc.) que son relevantes en estudios previos (Barreda, 1997a; Barreda y Palamarczuk, 2000; Barreda *et al.*, 2009; Náñez *et al.*, 2009). Estos taxones se identificaron con el símbolo (+) en el diagrama polínico. Para eva-





**Figura 3.** Diagrama palinológico de la sección Gran Bajo y zonas palinológicas determinadas a partir del análisis de agrupamiento. Las barras indican frecuencias relativas; el símbolo (●) indica los taxones escasamente representados / Gran Bajo section palynological diagram and palynological zones based on cluster analysis. The bars indicate relative frequency, the symbol (●) indicates taxa underrepresented.

luar la similitud de las asociaciones se realizó un análisis de agrupamiento restringido estratigráficamente, aplicando el coeficiente de disimilitud *Edwards and Cavalli-Sforza's chord distance*, propuesto para los análisis polínicos del Cuaternario tardío (Overpeck *et al.*, 1985), con el programa TGView 2.0.2 (Grimm, 2004).

Para cada esporomorfo se registró el tipo de preservación de acuerdo a la clasificación propuesta por Delcourt y Delcourt (1980). En este análisis se destacaron los siguientes tipos: (1) degradado: se caracteriza por un adelgazamiento general, que puede resultar en la fusión de los elementos esculturales y estructurales que forman la pared; (2) fragmentados: la exina se encuentra fragmentada; (3) corroídos: la exina se observa localmente grabada, picada o perforada, y a su vez se registró la combinación entre estos tres tipos de preservación.

## RESULTADOS

### *Descripción de la sección Gran Bajo*

La sección analizada (Fig. 2) contiene los niveles basales de la Formación San Julián, correspondientes en su totalidad al miembro inferior o Miembro Gran Bajo. Está integrada por 32 m de areniscas finas y medias masivas o con estratificación entrecruzada, pelitas masivas, finamente laminadas o con laminación heterolítica e intercalaciones de areniscas bioclásticas que se hacen más numerosas y dominantes hacia el techo. De acuerdo con la descripción realizada por Bertels (1977), esta sección correspondería a la localidad tipo del Miembro Gran Bajo, aunque presenta mayor espesor que en la descripción original.

La base de la sección está representada por 10 m de areniscas muy finas a medias, muy arcillosas, amarillentas y friables, masivas o con estratificación entrecruzada en artesa. Se intercalan arcilitas y limolitas castaño verdosas, masivas o finamente laminadas, conteniendo fragmentos vegetales, representados por troncos dispuestos en forma caótica e improntas de hojas, paralelas al plano de estratificación.

El sector medio de 8,5 m de espesor, comprende areniscas medias, gruesas y conglomerádicas, anaranjadas, con matriz de arena fina y limo, con intraclastos pelíticos y carbonosos de 0,2 a 1 cm de diámetro, como así también clastos líticos y de cuarzo subangulosos a subredondeados de hasta 2 cm de diámetro. Se destaca un nivel concrecional continuo de unos 0,10 m de espesor con contactos irregulares. Se observan numerosos moldes de bivalvos como así también valvas y fragmentos de *Crassostrea? hatcheri*, que dieron una edad  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  de 25,93 Ma (Parras *et al.*, 2008).

Hacia arriba continúan limolitas, arcilitas y areniscas muy finas, amarillentas, finamente laminadas, con laminación heterolítica principalmente de tipo *flaser* y óndulas de oscilación. Las mismas suelen estar bioturbadas y contener improntas de hojas. En los últimos 4 m se intercalan delgados niveles de areniscas medias naranjas, que se hacen más espesos y frecuentes hacia el techo. Algunos contienen moldes y conchillas de bivalvos y gasterópodos dispuestos en su mayoría paralelos al plano de estratificación, como así también intraclastos redondeados a subredondeados de hasta 2 cm de diámetro.

La sección culmina con unos 13 m de areniscas medias a gruesas anaranjadas, mal seleccionadas, de matriz arcillosa, con intercalaciones de areniscas bioclásticas, con numerosos invertebrados fósiles (bivalvos, braquiópodos, gasterópodos, cirripedios, equinodermos, briozoos), como así también troncos y fragmentos de vertebrados. Algunos niveles presentan intraclastos pelíticos y clastos volcánicos. También se intercalan delgados niveles de areniscas finas y limolitas marrones finamente laminadas. En el techo de la sección se dispone una concentración biogénica mono-específica de *Crassostrea? hatcheri*, de la que se ha obtenido una edad  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  de 25,28 Ma (Parras *et al.*, 2008).

### *Palinología*

A partir del análisis de agrupamiento se determinaron dos grupos principales, A y B comprendidos entre los 10,2–18,65 m y los 18,65–31,7 m, respectivamente, en los cuales dominan los componentes arbóreos (Fig. 3). El grupo A comprende las zonas palinológicas GB-1 y GB-2 y el grupo B las zonas GB-3 y GB-4, esta última con las subzonas GB-4.1 y GB-4.2.

Las cuatro zonas palinológicas se caracterizan principalmente por *Nothofagidites* tipo *brassii* y diferentes morfógenos de Podocarpaceae. A lo largo del registro los elementos asociados son *N.* tipo *fusca*, *N.* tipo *menziesii*, *Proteacidites* spp., *Tricolpites reticulatus* y *Tricolpites* spp.. En particular, *Dacrydiumites praecupressinoides* y *Araucariacites australis* registran valores significativos en algunas zonas. Entre los elementos arbóreos, con valores bajos y discontinuos, se destacan los correspondientes a las familias Myrtaceae, Sapindaceae y Arecaceae; entre los arbustivos y/o herbáceos, se destacan Ephedraceae, Anacardiaceae, Amaranthaceae, Liliaceae, Restionaceae, Asteraceae y Poaceae, entre otros. Las hidrófitas, *Sparganiaceae pollenites* spp. y *Cyperaceae pollenites* sp. se registran de manera escasa y en pocas muestras aparecen asociadas a *Azolla* sp., y algas

como *Pediastrum* sp., y *Botryococcus* spp. Otros elementos, de origen marino que registran valores bajos y discontinuos son *Tasmanites* sp., quistes de dinoflagelados y acritarcos. Las briófitas como cf. *Cingulatisporites lachlanae* y *Stereisporites antiquasporites*, son escasas y esporádicas (Figs. 4 y 5).

### Grupo A

**Zona GB-1.** Entre los 10,2 m a 11,95 m (muestras 10 a 14), se caracteriza por la codominancia de *Nothofagidites* tipo brassii (< 45%), *Podocarpidites* spp. y *Phyllocladidites mawsonii* (ambos  $\leq$  20%). En general, las especies de briófitas y monilófitas son escasas siendo *Baculatisporites comaumensis* la más abundante (4,4% en la muestra 11).

**Zona GB-2.** Entre los 11,95 m a 18,65 m (muestras 15 a 24), se caracteriza por el abrupto incremento de *Podocarpidites* spp. (> 40%) y decrece *Nothofagidites* tipo brassii, asociados con *Dacrydioidites praecupressinoides* (< 20%), *Phyllocladidites mawsonii* (< 10%) y los máximos valores de *Periporopollenites polyoratus* y *Tricolpites* spp. (ambos < 10%). Entre las Restionaceae se incrementa *Milfordia* spp. (< 5%, muestra 23). A partir de esta zona se registra un brusco incremento de monilófitas, como Cyatheaceae y Dicksoniaceae (< 20%), *Cyatheidites annulatus*, *Peromonolites vellosus* y *Laevigatosporites ovatus* (< 10%).

### Grupo B

**Zona GB-3.** Entre los 18,65 m a 20,65 m (muestras 25 a 28) se registra un abrupto incremento de *Nothofagidites* tipo brassii (> 40%), con un leve incremento de *N. menziesii* (< 15 %). Decrece *Podocarpidites* spp. (< 15%) y *Dacrydioidites praecupressinoides* (< 5%). *Araucariacites australis*, con valores similares a las zonas anteriores, decrece hacia el tope de la zona. También se destacan *Granodiporites nebulosus* (< 5%) y los mayores valores de *Striatricolporites* spp. (< 10%) y de *Liliacidites* spp. (< 5%). Entre las esporas, se incrementa la presencia de las formas afines a Cyatheaceae y Dicksoniaceae (12% en la muestra 25), *Baculatisporites comaumensis* y *Peromonolites vellosus* (< 5%). En esta zona comienzan a registrarse valores bajos y discontinuos de *Myrtaceidites* spp., *Cupanieidites* spp. y *Equisetosporites* spp. (Ephedraceae).

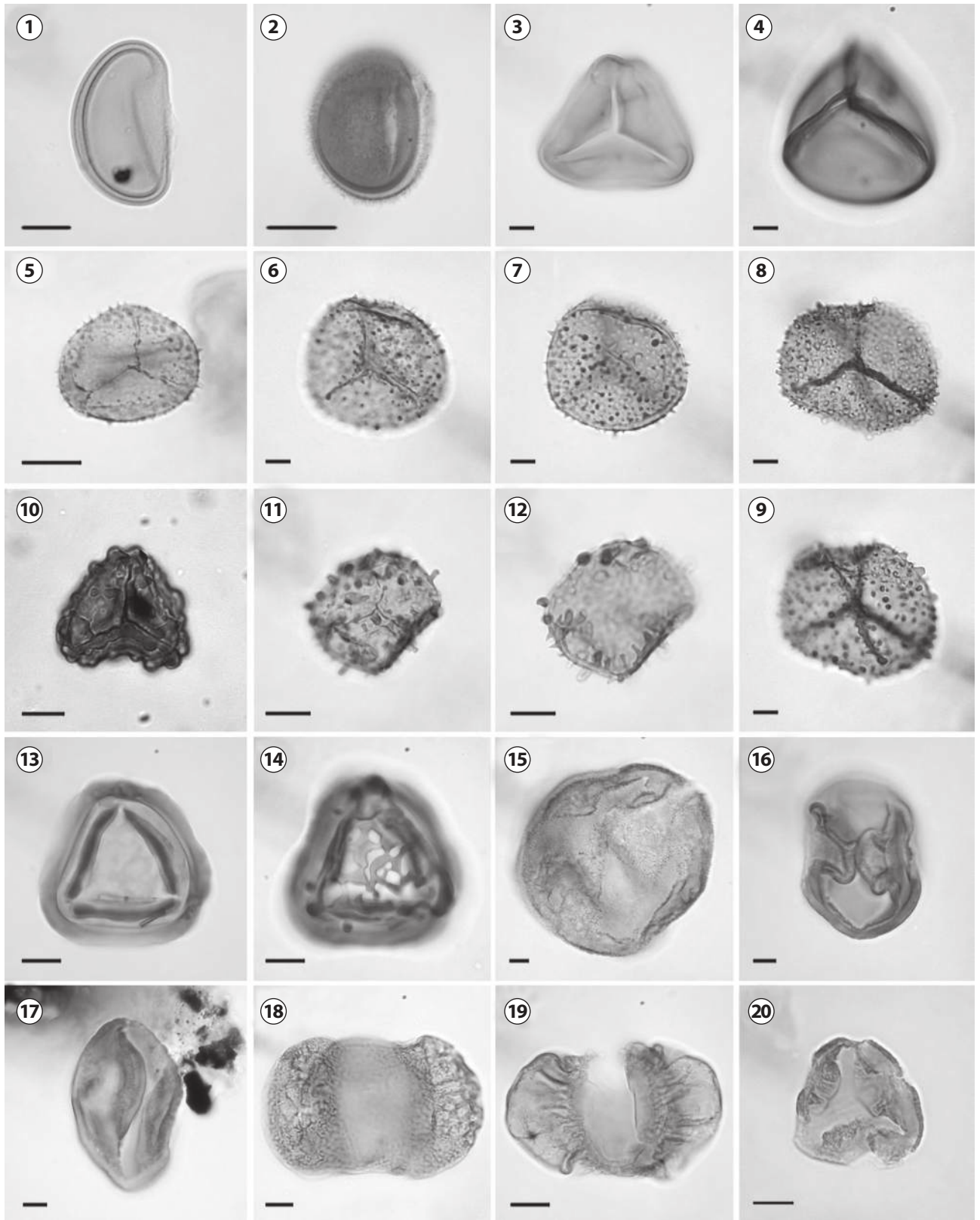
**Zona GB-4.** Entre los 20,65 m y 31,7 m (muestras 29 a 39), se caracteriza por la dominancia de *Nothofagidites* tipo brassii (< 50%) asociado con valores relativamente constantes de *Podocarpidites* spp. (< 25%) y los menores valores de *Araucariacites australis* (< 5%) hasta el tope del registro. También se destaca una brusca disminución de monilófitas. En esta zona se diferenciaron dos subzonas donde fluctúan los valores de *Nothofagidites* tipo brassii y la diversidad de taxones. En la subzona GB-4.1 comprendida entre los 20,65 m y 22,85 m (muestras 29 a 31), se destacan los mayores valores de *Nothofagidites* tipo brassii (< 50%). Los valores de *Podocarpidites* spp. y *Phyllocladidites mawsonii* se incrementan levemente, asociados con el único registro de *Chenopodipollis chenopodiaceoides* (muestra 31) y los últimos registros de *Arecipites* spp. y *Striatricolporites* spp.. Las esporas de las familias Cyatheaceae y Dicksoniaceae alcanzan porcentajes mayores al 10%. La subzona GB-4.2 está comprendida entre los 22,85 m a 31,7 m (muestras 33 a 39), en la base codominan *N.* tipo brassii y *Podocarpidites* spp. (ambos > 25%). En el tope del registro decrece *N. menziesii* (< 5%) y se observa un leve incremento de *P. mawsonii* (19,2%) y de *D. praecupressinoides* (9%).

### Preservación

A lo largo del registro predominan los esporomorfos bien preservados (entre el 20% y 80%). Los degradados (entre el 10% y 60%) muestran una tendencia inversa entre los grupos esporopolínicos A y B (Fig. 6).

En la zona GB-1, en los niveles basales (muestras 10 y 11), más del 60 % de los esporomorfos presentan buena preservación asociados con los degradados (< 20%). En los niveles superiores se invierte esta tendencia y en la muestra 14 predominan los degradados (60%) y degradados – fragmentados (< 20%). En la zona GB-2, los esporomorfos bien preservados mantienen altos porcentajes (entre 35% a 80%) y los degradados presentan valores constantes (< 50%) asociados con los mayores valores de corroídos (< 5%). La muestra 24 presenta los máximos porcentajes de esporomorfos bien preservados (< 80%) y muy bajos valores de degradados (< 10%). Los esporomorfos fragmentados muestran los mayores valores (20%) desde la base del registro hasta el tope

**Figura 4.** Esporas y polen del Miembro Gran Bajo, Formación San Julián provenientes de la sección Gran Bajo. Escala gráfica: 10  $\mu$ m. Las coordenadas corresponden al *England Finder*. Todas las imágenes fueron tomadas con campo claro/ *Spores and pollen from the Gran Bajo Member, San Julián Formation at Gran Bajo section. Scale bar: 10  $\mu$ m. Coordinates correspond to the England Finder. All the images were taken under bright field.* **1,** *Laevigatosporites ovatus* Wilson y Webster P38674-1: K21; **2,** *Peromonolites vellosus* Partridge in Stover y Partridge P38674-1: Q34/4; **3,** *Cyathidites australis* Couper P38690: W38; **4,** *Biretisporites crassilabrus* Archangelsky P38483-1: Q43; **5,** *Baculatisporites disconformis* Stover in Stover y Partridge P38674-1: O28/4; **6–7,** *Baculatisporites comaumensis* (Cookson) Potonie P38674-1: U39/4. **6,** foco alto/high focus; **7,** foco bajo/low focus. **8–9,** *Baculatisporites turbioensis* Archangelsky P38690-1: Q14/3. **8,** foco alto/high focus; **9,** foco bajo/low focus. **10,** *Ischyosporites areapunctatis* (Stuchlik) Barreda P38690-1: W32/3; **11–12,** *Baculatisporites* sp. P38690-1: Q49. **11,** foco alto/high focus; **12,** foco bajo/low focus. **13–14.** Espora

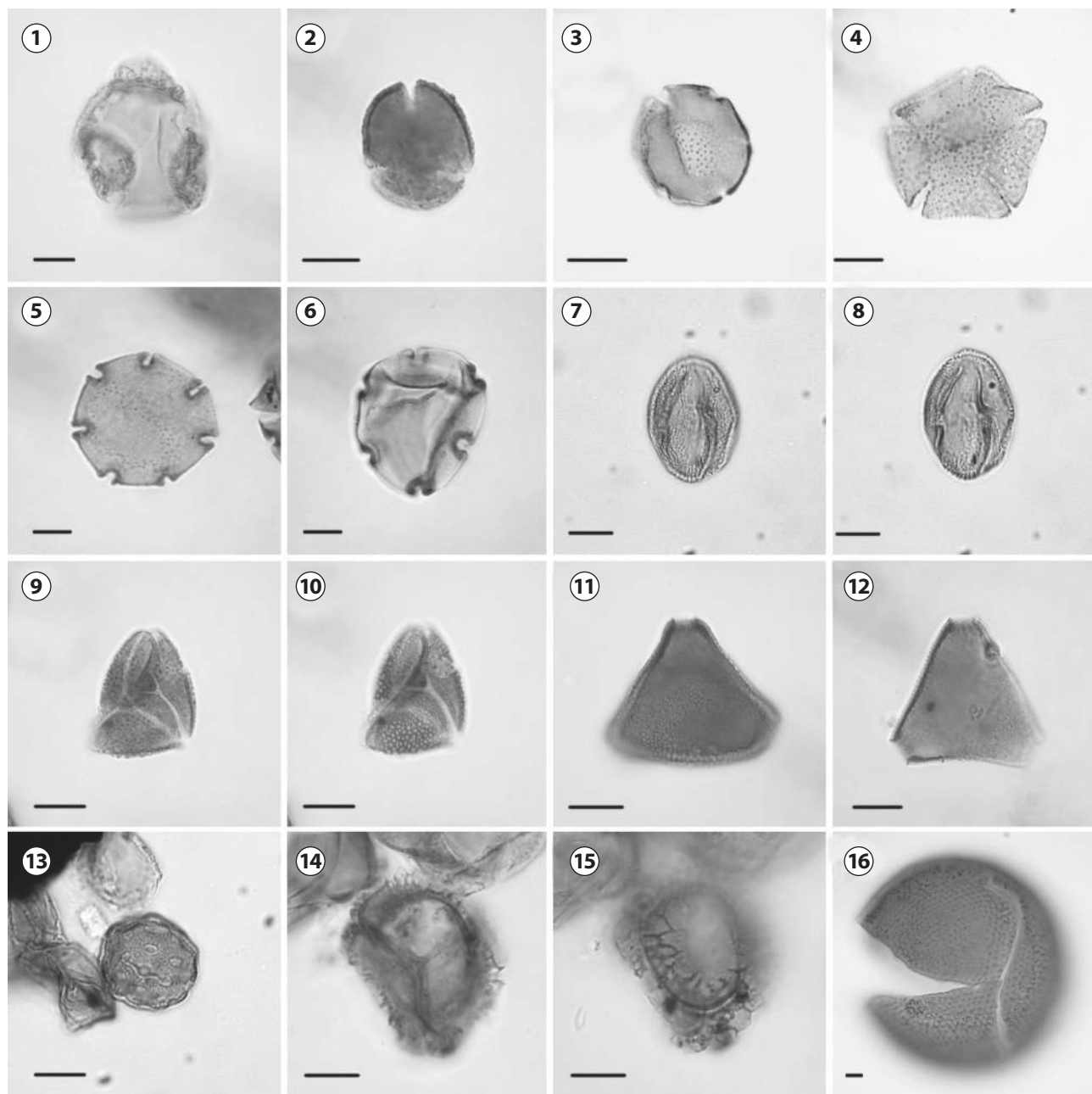


tipo *Pteris* sp. P38690-1: Y32. **13**, foco alto/high focus; **14**, foco bajo/low focus. **15**, *Araucariacites australis* Cookson P38688-1: N35. **16**, *Phyllocladidites mawsonii* Cookson ex Couper P38674-1: R33/3; **17**, *Microalacidites paleogenicus* (Cookson y Pike) Mildenhall y Pocknall P38674-1: P9; **18**, *Podocarpidites marwickii* Couper P38688-1: N43/3; **19**, *Gameroites psilasaccus* (Archangelsky y Romero) Archangelsky P38674: W49; **20**, *Trichotomosulcites subgranulatus* Couper P38690-1: Z34/1.



de la zona GB-3. En esta zona y en GB-4.1 se incrementan gradualmente los degradados (de 20% a 40%). Los menores valores (< 10%) de esporomorfos fragmentados se registran entre las muestras 29 a 35. En la subzona GB-4.2 los es-

poromorfos bien preservados y degradados presentan valores constantes (ambos < 60%), particularmente en la muestra 38 se incrementan los degradados (60%). El registro culmina con ausencia de esporomorfos corroídos.



**Figura 5.** Polen del Miembro Gran Bajo, Formación San Julián provenientes de la sección Gran Bajo. Escala gráfica: 10  $\mu$ m. Las coordenadas corresponden al *England Finder*. Todas las imágenes fueron tomadas con campo claro/ *Pollen from the gran Bajo Member, San Julián Formation at Gran Bajo section. Scale bar: 10  $\mu$ m. Coordinates correspond to the England Finder. All the images were taken under bright field. 1, *Microcachrydites antarcticus* Cookson P38674-1: N8/3; 2, *Tricolpites* sp. P38690-1: W15/1; 3, *Nothofagidites acromegacanthus* Menéndez y Caccavari P38674-1: S15; 4, *Nothofagidites dorotensis* Romero P38674-1: Q33; 5, *Nothofagidites* tipo fusca P38674-1: P11; 6, *Nothofagidites saraensis* Menéndez y Caccavari P38674-1: T34/4; 7-8, *Striatricolporites gamerroi* Archangelsky P38690-1: O11/4. 7, foco alto/high focus; 8, foco intermedio/intermediate focus; 9-10, *Cupanieidites reticularis* Cookson y Pike P38674-1: P9; 9, foco alto/high focus; 10, foco bajo/low focus. 11, *Proteacidites pseudomoides* Stover en Stover y Partridge P38674-1: T34/4; 12, *Proteacidites rynthius* Stover y Partridge P38674-1: L4; 13, *Chenopodipollis chenopodiaceoides* (Martin 1973) Truswell en Truswell et al. P38674-1: L7/4; 14-15, *Pseudowinterapollis couperi* Krutzsch P38674-1: S31; 14, foco intermedio/intermediate focus; 15, foco bajo/low focus. 16, *Tasmanites* sp. P38690-1: T44.*

**DISCUSIÓN**

**Consideraciones generales**

El registro palinológico de la sección Gran Bajo representa el desarrollo de comunidades boscosas *in situ*, compuestas por diferentes especies de Nothofagaceae y de Podocarpaceae, asociadas en menores proporciones a Araucariaceae y Proteaceae. En estas asociaciones también se destacan valores bajos y discontinuos de taxones arbustivos y herbáceos.

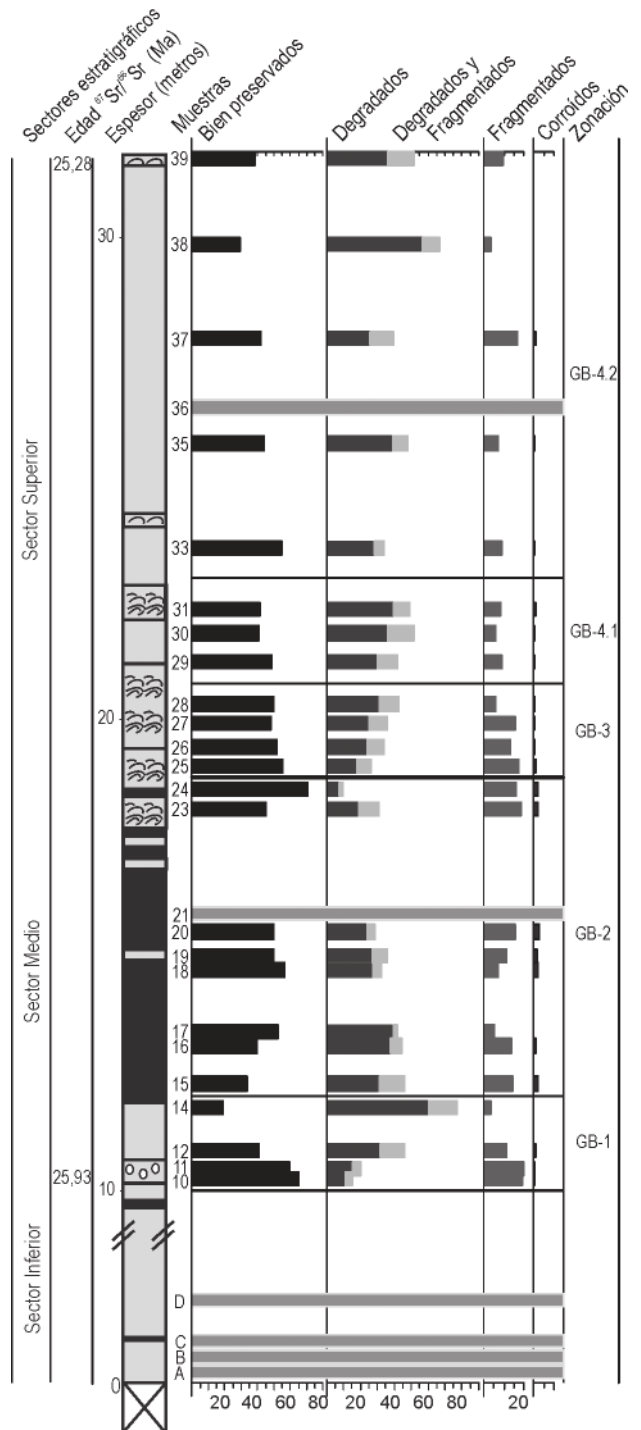
En general, las Nothofagaceae están representadas por los tres tipos polínicos conocidos, principalmente por *Nothofagidites* tipo *brassii*, mientras que *Nothofagidites* tipos *fusca* y *menziesii* presentan valores relativamente constantes y bajos a lo largo del registro. Entre los granos de polen con afinidad a la familia Podocarpaceae dominan *Phyllocladidites mawsonii* (*Lagarostrobos franklinii*), *Dacrydiiumites praecupresinoioides* (*Dacrydiium*) y *Podocarpidites* spp. Además se reconoció la presencia de granos trisacados asignables a *Microcachrydites antarcticus* (*Microstrobos*, *Microcachrys tetragona*) y *Podosporites* spp. (*Microstrobos*, *Microcachrys*), en asociación con otras podocarpaceas integrando el dosel de los bosques.

Entre los otros taxones arbóreos asociados, *Araucariacites australis* (*Araucaria*) registra valores significativos hasta la base de la sección superior. En la actualidad los bosques de *Araucaria araucana*, representados con porcentajes polínicos menores al 40% y asociados con diferentes especies de *Nothofagus* se restringen a sectores localizados entre los 38°–40°S en la ladera andina y en la Cordillera de la Costa (Paez *et al.*, 2001).

Las proteáceas constituyen otro componente de los bosques, con bajos valores a lo largo del registro. En particular, *Granodiporites nebulosus* (*Embothrium coccineum*), se asocia con el comienzo de la dominancia del bosque de notofagáceas en el sector superior (Zona GB-3). En la actualidad *E. coccineum*, es una especie endémica arbórea y arbustiva de los bosques costeros templados lluviosos de Chile (35°–56°S) y bosques subantárticos en Argentina (38°–41°S) (Alberti y Donoso, 2004).

El registro cuantitativo con esporomorfos bien preservados, también aporta óptima información sobre los elementos con baja representación y registro discontinuo. Por un lado, los valores escasos y discontinuos de taxones arbustivos y/o herbáceos (Liliaceae, Restionaceae, Asteraceae y Poaceae) y los elementos de afinidad xerofítica (Ephedraceae, Anacardiaceae, y Amaranthaceae) no conforman comunidades *in situ*. Otros taxones arbóreos como Arecaceae, Myrtaceae y Sapindaceae, los elementos hidrófitos (Sparga-

niaceae y Cyperaceae), *Azolla* sp. y algas como *Pediastrum* spp. y *Botryococcus* spp. no son relevantes en el registro. Estas evidencias se relacionan con las características del ambiente depositacional, que habría funcionado princi-



**Figura 6.** Distribución de abundancias relativas del grado de preservación de los esporomorfos en la sección Gran Bajo/ frequencies of sporomorph preservation grade from the Gran Bajo section.

palmente como captador de los elementos del bosque. Los quistes de dinoflagelados hallados son de origen marino (*Spiniferites* spp., *Operculodinium* sp. y cf. *Reticulatosphaera actinocoronata*), están poco representados y la mayoría corresponde a fragmentos mal preservados. Estas características son comunes en asociaciones de ambientes costeros de alta energía donde la turbidez del agua no favorece el desarrollo de los dinoflagelados.

**Sucesiones paleoambientales y paleoflorísticas**

La interpretación conjunta de los datos palinológicos y sedimentológicos, ha posibilitado reconstruir las fluctuaciones de las formaciones boscosas y las condiciones paleoambientales durante la depositación de las sedimentitas del Miembro Gran Bajo, en el área del Gran Bajo de San Julián para el final del Oligoceno (Fig. 7).

En la base de la sección, la litología y las estructuras sedimentarias sugieren tasas de sedimentación variables, que incluyen desde la decantación de pelitas en un ambiente de baja energía hasta la depositación de areniscas por corrientes tractivas de mayor energía. Estas características en conjunto con la presencia de improntas de hojas y fragmentos de troncos, podrían indicar ambientes costeros, con desarrollo de lagunas y canales de marea. Las muestras, para este sector, presentan escaso material palinológico.

Los sectores estratigráficos medio y superior coinciden con los grupos polínicos A y B dominados por Podocarpaceae y Nothofagaceae, respectivamente. Para el sector medio, se infiere que la depositación tuvo lugar en un ambiente marino somero, por encima del nivel de olas de buen tiempo. La granulometría gruesa, la presencia de intraclastos pelíticos y de clastos líticos y de cuarzo, como así también

Sectores	Edad <sup>40</sup> K/ <sup>87</sup> Sr/ <sup>86</sup> Sr	Paleoambiente	Energía	Preservación de esporomorfos	Asociaciones paleoflorísticas	Zonas
Superior	25,28 Ma	Sedimentología y paleontología	Energía	Incremento de degradados y fragmentados	Bosque <i>N.</i> tipo brassii. Bosques de <i>Podocarpidites</i> spp. y <i>D. praecupressinoides</i>	GB-4.2
		Areniscas medias. <i>C.?</i> <i>hatcheri</i> en posición de vida				
Medio	25,93 Ma	Areniscas medias a gruesas con intercalaciones de areniscas bioclásticas. Moluscos, braquiópodos, equinodermos, briozoos, troncos y fragmentos de vertebrados.	Energía	Buena preservación	Bosques de <i>Nothofagidites</i> tipo brassii Bosques de <i>N.</i> tipos brassii, fusca y menziesii. Bosques de <i>Podocarpidites</i> spp., <i>D. praecupressinoides</i> y <i>Granodiporites nebulosus</i> . Sotobosque de Cyatheaceae y Dicksoniaceae	GB-4.1 GB-3
		Areniscas medias. Moldes y conchillas de moluscos				
		Limolitas, arcillitas y areniscas muy finas, con laminación heterolítica. Improntas de hojas y moluscos.				
Inferior	25,93 Ma	Areniscas medias, gruesas y conglomerádicas. Valvas y fragmentos de <i>C.?</i> <i>hatcheri</i>	Energía	Buena preservación	Bosques de <i>N.</i> tipo brassii. Bosques de <i>Podocarpidites</i> spp., <i>Phyllocladidites mawsonii</i> y <i>Araucariacites australis</i> . Sotobosque de Cyatheaceae y Dicksoniaceae	GB-2 GB-1
		Areniscas muy finas a medias arcillosas, intercaladas con arcillitas y limolitas masivas o finamente laminadas. Fragmentos vegetales.				
		Planicie costera: lagunas y canales de marea			Escasos datos palinológicos	

**Figura 7.** Condiciones paleoambientales basadas en el análisis sedimentológico, preservación de los esporomorfos de la sección Gran Bajo y reconstrucción de la paleovegetación, en el área del Gran Bajo de San Julián/ *Paleoenvironmental conditions based on sedimentological analysis, sporomorph preservation from the Gran Bajo section and reconstruction of the paleovegetation from the Gran Bajo de San Julián area.*

**TABLA 1 - Lista de morfoespecies halladas en la sección Gran Bajo con su respectiva afinidad botánica y el representante actual más cercano/ List of morphospecies found in the Gran Bajo Section with their respective botanic affinities and their closest present representatives.**

<b>Taxón fósil</b>	<b>Afinidad Botánica (División; Familia)</b>	<b>Nearest Living Relative (NLRs) América del Sur</b>	<b>Australia - Nueva Zelanda</b>
<b>BRYOPHYTA SENSU LATO</b>			
<i>cf. Cingulatisporites lachlanae</i>	Bryophyta	-	Bryophyta (1), Especies sin identificar ?
<b>Stereisporites antiquasporites</b>	Bryophyta - Sphagnaceae	<b>Sphagnum magellanicum, S. fimbriatum</b> (2)	Bryophyta (1), Especies sin identificar ?
<i>Esporas triletes (apiculadas)</i>	Bryophyta ?	-	-
<i>Esporas triletes</i>	Bryophyta ?	-	-
<b>LYCOPHYTA</b>			
<i>cf. Ceratosporites spp.</i>	Lycopodiaceae, Selaginellaceae	-	<b>Selaginella</b> (1)
<i>Foveotriletes sp.</i>	Lycopodiaceae ?	-	-
<b>Retitriletes austroclavatidites</b>	Lycopodiaceae	<b>Lycopodium</b> (4)	<b>Lycopodium</b> (1)
<i>Retitriletes spp.</i>	Lycopodiaceae ?	-	-
<b>MONILOPHYTA</b>			
<b>Laevigatosporites major</b>	Aspleniaceae, Blechnaceae, Polypodiaceae, Schizaeaceae, etc.	Numerosas familias	Numerosas familias (1)
<b>Laevigatosporites ovatus</b>	Blechnaceae	Numerosos géneros (3)	Numerosos géneros (1,3)
<i>Laevigatosporites spp.</i>	Blechnaceae ?	-	-
<i>Tuberculatisporites sp.</i>	Aspleniaceae, Woodsiaceae, Dennstaedtiaceae	<b>Cystopteris, Hypolepis</b> (2)	-
<i>Azolla sp.</i>	Salviniaceae	<b>Azolla filiculoides</b> (5)	-
<i>aff. Blechnaceae</i>	Blechnaceae	-	-
<b>Peromonolites vellosus</b>	Blechnaceae	-	Especies sin identificar (3)
<i>Esporas monoletes perinadas</i>	Blechnaceae ?	-	-
<b>Monolites alveolatus</b>	<i>cf. Polypodiaceae</i>	-	<b>Belvisia</b> (1,6)
<b>Cyathidites australis</b>	Cyatheaceae	<b>Cyathea</b> (3)	<b>Cyathea</b> (3)
<b>Cyathidites minor</b>	Cyatheaceae, Dicksoniaceae, Schizaeaceae	Cyateaceae, especies sin identificar (4)	Numerosas familias (1)
<b>Cyathidites cf. paleospora</b>	Cyatheaceae ?	<b>Cyathea</b> (4,7)	<b>Cyathea</b> (3,6)
<i>Cyathidites spp.</i>	Cyatheaceae	<b>Cyathea</b> ?	<b>Cyathea</b>
<b>Polypodiisporites minimus</b>	Lomariopsidaceae, Davalliaceae	<b>Nephrolepis</b> ?	<b>Nephrolepis</b> (1)
<b>Matonisporites cf. mulleri</b>	posiblemente Dicksoniaceae	-	Especies sin identificar (9)
<b>Matonisporites ornamentalis</b>	Dicksoniaceae	<b>Dicksonia extinta</b> ? (3,5)	Tipo <b>Dicksonia antarctica</b> (1)
<i>Matonisporites spp.</i>	Dicksoniaceae ?	-	-
<b>Ischyosporites areapunctatis</b>	Dicksoniaceae	<b>Dicksonia</b> (5), <b>D. berteroana</b> (3)	<i>cf. Dicksonia fibrosa</i> (3)
<b>Ischyosporites gremius</b>	Dicksoniaceae (15)	-	Especies sin identificar (6)
<i>Ischyosporites spp.</i>	Dicksoniaceae	-	-
<b>Cyatheacidites annulatus</b>	Dicksoniaceae	<b>Lophosoria quadripinnata</b> (2,4,7)	<b>Lophosoria</b> (1)
<i>Cyatheacidites sp.</i>	Dicksoniaceae	<b>Lophosoria quadripinnata</b> (2,4,7)	<b>Lophosoria</b> (1)
<b>Rugulatisporites cf. cowrensis</b>	Culcitaceae, Dicksoniaceae	-	<i>cf. Culcita, Calochlaena</i> (1,6)
<b>Rugulatisporites cf. mallatus</b>	Culcitaceae, Dicksoniaceae	Especies sin identificar ? (4)	Tipo <b>Culcita</b> (1), <i>cf. Culcita, Calochlaena</i> (6)
<i>Rugulatisporites spp.</i>	Culcitaceae, Dicksoniaceae	-	-
<b>Dictyophyllidites arcuatus</b>	Gleicheniaceae	<i>cf. Dicranopteris</i> (3)	<i>cf. Dicranopteris</i> (3,6)
<i>Dictyophyllidites spp.</i>	Gleicheniaceae ?	-	-
<i>Gleicheniidites spp.</i>	Gleicheniaceae	-	-
<b>Baculatisporites comaumensis</b>	Hymenophyllaceae, Osmundaceae	<b>Hymenophyllum</b> (2), <b>Osmunda</b> (4)	<b>H. flexuosum, Osmunda, Leptopteris</b> (1)
<b>Baculatisporites turbioensis</b>	Osmundaceae	Especies sin identificar ? (4)	-
<b>Baculatisporites cf. turbioensis</b>	Osmundaceae	Especies sin identificar ? (4)	-
<b>Baculatisporites disconformis</b>	Osmundaceae, Hepaticae, Hymenophyllaceae	-	<b>Leptopteris, H. sanguinolentum</b> (1,3); especies sin identificar de Osmundaceae (6)



<b>Taxón fósil</b>	<b>Afinidad Botánica (División; Familia)</b>	<b>Nearest Living Relative (NLRs) América del Sur</b>	<b>Australia - Nueva Zelanda</b>
<b>cf. Osmundacidites wellmanii</b>	<i>Osmundaceae</i>	-	<b>Todea barbara</b> (1)
<b>Todisporites minor</b>	<i>Osmundaceae</i> ?	-	<i>Especies sin identificar</i> ? (1)
<b>Polypodiisporites inangahuensis</b>	<i>Polypodiaceae, Davalliaceae</i>	<b>Polypodium feulleri</b> (3), <i>Especies sin identificar</i> (4)	<i>Especies sin identificar</i> ? (1)
<b>Polypodiisporites radiatus</b>	<i>Polypodiaceae, Davalliaceae</i>	<i>extinto</i> ? (3), <i>Especies sin identificar</i> (4)	<i>Especies sin identificar</i> ? (1)
<b>Polypodiisporites spp.</b>	<i>Polypodiaceae</i> ?	-	-
<b>Murcingulisporis chenquensis</b>	<i>Pteridaceae</i>	<b>Pteris semiadnata</b> (4)	-
<i>Tipo Pteris spp.</i>	<i>Pteridaceae</i>	<b>Pteris</b> ?	-
<i>Esporas triletes</i>	<i>Incierta</i>	-	-
<b>Baculatisporites spp.</b>	<i>Numerosas familias</i>	-	-
<b>AFINIDAD INCIERTA</b>			
<b>Biretisporites crassilabrus</b>	<i>Incierta</i>	-	-
<b>Biretisporites spp.</b>	<i>Incierta</i>	-	-
<b>Leiotriletes spp.</b>	<i>Incierta</i>	-	-
<b>Microfoveolatisporis sp.</b>	<i>Incierta</i>	-	-
<b>Monolites spp.</b>	<i>Incierta</i>	-	-
<b>Reticuloidosporites tenellis</b>	<i>Incierta</i>	-	-
<b>Reticuloidosporites sp.</b>	<i>Incierta</i>	-	-
<i>cf. Reticuloidosporites sp.</i>	<i>Incierta</i>	-	-
<b>Undulatisporites sp.</b>	<i>Incierta</i>	-	<i>Especies sin identificar</i> (1)
<i>Espora monolete psilada</i>	<i>Sin determinar</i>	-	-
<i>Espora monolete</i>	<i>Sin determinar</i>	-	-
<i>Esporas triletes (apiculadas)</i>	<i>Sin determinar</i>	-	-
<i>Espora trilete (microfoveolada)</i>	<i>Sin determinar</i>	-	-
<i>Espora trilete (muronada reticulada)</i>	<i>Sin determinar</i>	-	-
<i>Espora trilete (psilada)</i>	<i>Sin determinar</i>	-	-
<i>Esporas triletes</i>	<i>Sin determinar</i>	-	-
<b>GIMNOSPERMAE? - CYCADIDAE</b>			
<i>cf. Cycadopites sp.</i>	<i>Gymnospermae?</i>	-	-
<b>PINIDAE</b>			
<b>Araucariacites australis</b>	<i>Araucariaceae</i>	<b>Araucaria</b> (3,5)	<b>Araucaria</b> (3,6), <b>Araucaria, Agathis</b> (1)
<b>Araucariacites spp.</b>	<i>Araucariaceae</i>	-	-
<b>Cedripites sp.</b>	<i>Pinophyta</i> ?	-	-
<b>Dacrycarpites australiensis</b>	<i>Podocarpaceae</i>	<i>extinto</i> ?	<b>Dacrycarpus</b> (6), <b>D. dacrydioides</b> (1)
<b>Dacrycarpites sp.</b>	<i>Podocarpaceae</i>	-	-
<b>Dacrydiumites praecupressinoides</b>	<i>Podocarpaceae</i>	<i>extinto</i> ?	<b>Dacrydium grupo B, D. cupressinum</b> (1,3), <b>Dacrydium</b> (6)
<b>Dacrydiumites sp.</b>	<i>Podocarpaceae</i>	-	-
<b>Gamerroites psilasaccus</b>	<i>Podocarpaceae</i>	<i>Especies sin identificar</i> (4,5,7)	-
<b>Gamerroites spp.</b>	<i>Podocarpaceae</i>	-	-
<b>Inaperturopollenites sp.</b>	<i>Pinophyta</i> ?	-	-
<b>Microalattidites paleogenicus</b>	<i>Podocarpaceae</i>	<i>extinto</i> ?	<b>Phyllocladus</b> (1,3,6)
<b>Microalattidites varisaccatus</b>	<i>Podocarpaceae</i>	<i>extinto</i> ?	<i>cf. Phyllocladus, comparar con Dacrydium franklinii</i> (1)
<b>Microalattidites spp.</b>	<i>Podocarpaceae</i>	-	-
<b>Microcachrydites antarcticus</b>	<i>Podocarpaceae</i>	<i>extinto</i> ?	<b>Microstrobos, Microcachryis tetragona</b> (1)
<b>Phyllocladidites mawsonii</b>	<i>Podocarpaceae</i>	<i>extinto</i> ?	<b>Lagarostrobos franklinii</b> (1,3,6)
<b>Phyllocladidites spp.</b>	<i>Podocarpaceae</i>	-	-
<b>Phyllocladidites verrucosus</b>	<i>Podocarpaceae</i>	<i>extinto</i> ?	<i>aff. Lagarostrobos franklinii</i> (1)
<b>Podocarpidites elegans</b>	<i>Podocarpaceae</i>	<i>Especies sin identificar</i> ? (4,5,7)	-
<b>Podocarpidites ellipticus</b>	<i>Podocarpaceae</i>	<i>Especies sin identificar</i> ? (4)	-

<b>Taxón fósil</b>	<b>Afinidad Botánica (División; Familia)</b>	<b>Nearest Living Relative (NLRs) América del Sur</b>	<b>Australia - Nueva Zelanda</b>
<b>Podocarpidites exiguus</b>	Podocarpaceae	Especies sin identificar ? (4)	-
<b>Podocarpidites marwickii</b>	Podocarpaceae	<b>Podocarpus</b> (4)	<b>Podocarpus, Prumnopitys</b> (1)
<b>Podocarpidites rugulosus</b>	Podocarpaceae	aff. <b>Podocarpus nubigenus</b> (3)	<b>Podocarpus, Prumnopitys, Retrophyllum</b> (3)
<b>Podocarpidites spp.</b>	Podocarpaceae	-	-
<b>Podosporites brevisaccatus</b>	Podocarpaceae	extinto ?	cf. <b>Microcachrys</b> (1)
<b>Podosporites cf. erugatus</b>	Podocarpaceae	extinto ?	<b>Microstrobos</b> (1, 6), <b>M. niphophilus</b> (1)
<b>Podosporites parvus</b>	Podocarpaceae	extinto ?	cf. <b>Microcachrys</b> (1)
<b>Podosporites spp.</b>	Podocarpaceae	-	-
<b>Trichotomosulcites subgranulatus</b>	Podocarpaceae	-	<b>Microcachrys extinto</b> (1)
<b>Trichotomosulcites sp.</b>	Podocarpaceae	-	-
<i>Trisacado</i>	Gymnospermae	-	-
<b>GNETIDAE</b>			
<b>Equisetosporites claricristatus</b>	Ephedraceae	<b>Ephedra</b> (4), <b>E. americana</b> (3)	-
<b>Equisetosporites spp.</b>	Ephedraceae	-	-
<b>ANGIOSPERMAE</b>			
<b>Assamiapollenites incognitus</b>	Angiospermae	-	Especies sin identificar (1)
<b>Clavatipollenites ascarinoides</b>	Chloranthaceae	Especies sin identificar	<b>Ascarina, Hedyosmum</b> (1)
<b>Clavatipollenites spp.</b>	Chloranthaceae	-	-
<b>Lactoripollenites sp.</b>	Lactoridaceae	Especies sin identificar	-
<b>Liliacidites variegatus</b>	Liliaceae; Monimiaceae	Especies sin identificar de Liliaceae (4), Especies sin identificar de Palmae (7)	cf. <b>Laurelia novaezelandiae</b>
<b>Periporopollenites demarcatus</b>	?Trimeniaceae	Especies sin identificar (4)	Especies sin identificar (1,6)
<b>Periporopollenites spp.</b>	Caryophyllaceae, Trimeniaceae	-	-
<b>Pseudowinterapollis couperi</b>	Winteraceae	<b>Drimys winteri</b> (3,4)	<b>Tasmania lanceolata</b> (1,3)
cf. <b>Pseudowinterapollis spp.</b>	Winteraceae	-	-
<b>Rhoipites cf. microluminus</b>	Angiospermae	-	-
<b>Tricolpites cf. delicatulus</b>	Angiospermae	-	-
<b>Tricolpites cf. densifoveatus</b>	Angiospermae	-	-
<b>Tricolpites cf. fissilis</b>	Angiospermae	-	-
<b>Tricolpites membranus</b>	Angiospermae	-	-
<b>Tricolpites cf. waitunaensis</b>	Angiospermae	-	-
<b>ANGIOSPERMAE - EUDICOTYLEDONEAE</b>			
aff. <i>Asteraceae</i>	Asteraceae	-	-
cf. <b>Nuxpollenites sp.</b>	Sapindaceae ?	Especies sin identificar	-
<b>Chenopodipollis chenopodiaceoides</b>	Amaranthaceae	Numerosos géneros (3), Especies sin identificar (4)	Numerosos géneros (3), Especies sin identificar (6)
<b>Compositoipollenites cf. tarragoensis</b>	Misondendraceae	Misodendrum	
<b>Concolpites leptos</b>	Cunoniaceae	Especies sin identificar (4)	<b>Gillbeea</b> (1)
<b>Corsinipollenites atlantica</b>	Onagraceae	Especies sin identificar (4)	-
cf. <b>Corsinipollenites sp.</b>	Onagraceae	-	-
cf. <b>"Rhoipites" cienaguensis</b>	Euphorbiaceae	<b>Euphorbia</b> (4)	-
cf. <b>Senipites patagonica</b>	Symplocaceae	<b>Symplocos</b> (4)	-
cf. <b>Senipites sp.</b>	Symplocaceae ?	-	-
<b>Cupanieidites orthoteichus</b>	Sapindaceae	-	Tribu Cupaniae, numerosos géneros, especialmente <b>Mischocarpus pyriformis</b> (1)
<b>Cupanieidites reticularis</b>	Sapindaceae	<b>Cupania</b> (4)	Tribu Cupaniae, <b>Cupania</b> (1)
<b>Cupanieidites spp.</b>	Sapindaceae	-	-
<b>Diporites aspis</b>	Onagraceae	<b>Fuchsia</b> (4,7)	<b>Fuchsia</b> (1,6)
<b>Dryadopollis minima</b>	Posiblemente Salicaceae	Especies sin identificar (10)	-
<i>Ericaceae</i>	Ericaceae	-	-

<b>Taxón fósil</b>	<b>Afinidad Botánica (División; Familia)</b>	<b>Nearest Living Relative (NLRs) América del Sur</b>	<b>Australia - Nueva Zelanda</b>
<i>Ericipites</i> spp.	Ericaceae	-	-
<i>Gothanipollis</i> sp.	Loranthaceae	-	-
<i>Granodiporites nebulosus</i>	Proteaceae	<b>Embothrium coccineum</b> (3,5)	-
<i>Huanilipollis</i> cf. <i>cabreræ</i>	Asteraceae, Nassauviinae	<b>Holcheilus, Jungia, Proustia</b> (14)	-
<i>Huanilipollis</i> cf. <i>criscii</i>	Asteraceae, Nassauviinae	<b>Trixis, Oxyphyllum</b> (14)	-
<i>Mutisiapollis</i> sp.	Asteraceae	<b>Mutisieae</b> ?	-
<i>Myricipites harrisii</i>	Casuarinaceae, Myricaceae	-	-
<i>Myricipites</i> sp.	Casuarinaceae, Myricaceae	-	-
<i>Myrtaceidites verrucosus</i>	Myrtaceae	Especies sin identificar (4,5,7)	Tipo <b>Austromyrtus</b> (3,6)
<i>Myrtaceidites</i> spp.	Myrtaceae	-	-
<i>Nyssapollenites endobalteus</i>	Euphorbiaceae	Especies sin identificar (4,7)	<b>Macaranga, Mallotus</b> (1)
<i>Nothofagidites</i> tipo <i>brassii</i>	Nothofagaceae	<b>Nothofagus</b>	-
<i>Nothofagidites</i> <i>acromegacanthus</i>	Nothofagaceae	<b>Nothofagus</b> tipo <i>brassii</i> (4,11), <b>N. extinto</b> ? (3,16)	-
<i>Nothofagidites anisoechinatus</i>	Nothofagaceae	<b>Nothofagus</b> tipo <i>brassii</i> (11), extintos ?	-
<i>Nothofagidites dorotensis</i>	Nothofagaceae	Posiblemente <b>Nothofagus</b> tipo <i>brassii</i> (7,11,16), extintos ?	-
<i>Nothofagidites fuegiensis</i>	Nothofagaceae	<b>Nothofagus</b> tipo <i>brassii</i> (4,11), extintos ?	-
<i>Nothofagidites</i> <i>kaitangataensis</i>	Nothofagaceae	<b>Nothofagus</b> tipo <i>brassii</i> (11), extintos ?	-
<i>Nothofagidites nanus</i>	Nothofagaceae	<b>Nothofagus</b> tipo <i>brassii</i> (4,11,16), <b>Nothofagus</b> tipo <i>menziesii</i> (16), extintos ?	-
<i>Nothofagidites</i> tipo <i>fusca</i>	Nothofagaceae	<b>Nothofagus</b>	-
<i>Nothofagidites</i> cf. <i>lachlaniae</i>	Nothofagaceae	<b>Nothofagus</b> tipo <i>fusca</i> (16)	<b>Nothofagus</b> subg. <b>Fuscospora</b> , Tipo <i>N. fusca</i> (1)
<i>Nothofagidites flemingii</i>	Nothofagaceae	<b>Nothofagus</b> (4), <b>Nothofagus</b> tipo <i>fusca</i> , <b>N. dombeyi</b> , <b>N. antarctica</b> (16)	<b>Nothofagus</b> subg. <b>Fuscospora</b> , grupo <b>N. fusca</b> , cf. <b>N. dombeyi</b> (1)
<i>Nothofagidites rocaensis</i>	Nothofagaceae	<b>Nothofagus</b> tipo <i>fusca</i> , <b>N. dombeyi</b> , <b>N. antarctica</b> (16)	-
<i>Nothofagidites saraensis</i>	Nothofagaceae	<b>Nothofagus</b> (4), <i>N. tipo fusca</i> (16)	-
<i>Nothofagidites waipawaensis</i>	Nothofagaceae	<b>Nothofagus</b> tipo <i>fusca</i> , extintos ? (16)	<b>Nothofagus</b> subg. <b>Fuscospora</b> , Tipo <i>N. fusca</i> (1)
<i>Nothofagidites</i> tipo <i>menziesii</i>	Nothofagaceae	<b>Nothofagus</b>	-
<i>Nothofagidites americanus</i>	Nothofagaceae	<b>Nothofagus obliqua</b> (3)	<b>Nothofagus (Lophosonia)</b> spp. (3)
<i>Nothofagidites tehuelchesii</i>	Nothofagaceae	<b>Nothofagus</b> tipo <i>menziesii</i> (4,11)	-
<i>Nothofagidites</i> cf. <i>tehuelchesii</i>	Nothofagaceae	<b>Nothofagus</b> tipo <i>menziesii</i> (4,11)	-
<i>Nothofagidites</i> spp.	Nothofagaceae	<b>Nothofagus</b>	-
<i>Peninsulapollis</i> cf. <i>gilli</i>	Proteaceae	Especies sin identificar (4)	-
<i>Periporopollenites polyoratus</i>	Caryophyllaceae	Especies sin identificar (4)	Especies sin identificar (1,6)
<i>Proteacidites parvus</i>	Proteaceae	-	Tipo <b>Belladonna montana</b> (1)
<i>Proteacidites pseudomoides</i>	Proteaceae	-	cf. <b>Lomatia</b> (1)
<i>Proteacidites rynthius</i>	Proteaceae	-	-
<i>Proteacidites</i> cf. <i>tenuixinus</i>	Proteaceae	-	-
<i>Proteacidites</i> spp.	Proteaceae	-	-
<i>Striatricolporites gamerroi</i>	Anacardiaceae	cf. <b>Lithraea caustica</b> (3), Especies sin identificar (4)	-
<i>Striatricolporites</i> spp.	Anacardiaceae	-	-
<i>Thymelaepollis</i> sp.	Thymelaeaceae	<b>Ovidia</b> (3)	<b>Pimelea, Kellera</b> (3)
<i>Tricolpites reticulatus</i>	Gunneraceae	<b>Gunnera</b> (3,4,7)	<b>Gunnera</b> (3)
<i>Tripoporopollenites ambiguus</i>	Proteaceae	-	Tipo <b>Telopea truncata</b> (1,6,13), Tipo <b>Oreocallis pinnata</b> (1)
<b>ANGIOSPERMAE - MONOCOTILEDONEAE</b> <i>aff. Potamogetonaceae</i>	Potamogetonaceae	-	-

<b>Taxón fósil</b>	<b>Afinidad Botánica (División; Familia)</b>	<b>Nearest Living Relative (NLRs) América del Sur</b>	<b>Australia - Nueva Zelanda</b>
<b>Arecipites minutiscabratus</b>	<i>Arecaceae</i>	Especies sin identificar (4)	Especies sin identificar (1)
<b>Arecipites spp.</b>	<i>Arecaceae</i>	-	-
<b>cf. Arecipites subverrucatus</b>	<i>Arecaceae</i>	Especies sin identificar (4)	Especies sin identificar (1)
<b>cf. Liliacidites sp.</b>	<i>Liliaceae?</i>	-	-
<b>cf. Spinizonocolpites sp.</b>	<i>Arecaceae</i>	-	-
<b>Cyperaceaeapollis sp.</b>	<i>Cyperaceae</i>	-	-
<b>Graminidites spp.</b>	<i>Poaceae</i>	-	-
<b>Liliacidites cf. aviemorensis</b>	<i>Liliaceae</i>	-	Especies sin identificar (1)
<b>Liliacidites cf. intermedius</b>	<i>Liliaceae, Asparagaceae</i>	-	<b>Arthropodium?</b> (1)
<b>Liliacidites perforatus</b>	<i>Liliaceae, Araceae, Amaryllidaceae</i>	-	Numerosas familias (1)
<b>Liliacidites spp.</b>	<i>Liliaceae?</i>	-	-
<b>Liliacidites/Palmidites</b>	<i>Arecaceae?</i>	-	-
<b>Milfordia argentina</b>	<i>Restionaceae</i>	Especies sin identificar (4,12)	-
<b>Milfordia hypolaenoides</b>	<i>Restionaceae</i>	extinto?	<b>Hypolaena lateriflora</b> (1), <b>Hypolaena</b> (6)
<b>Milfordia sp.</b>	<i>Restionaceae?</i>	-	-
<i>Philesiaceae</i>	<i>Philesiaceae</i>	-	<i>Philesiaceae</i> (3)
<b>Sparganiaceaeapollenites barungensis</b>	<i>Typhaceae</i>	-	Especies sin identificar (1)
<b>Sparganiaceaeapollenites sphericus</b>	<i>Typhaceae</i>	-	<b>Sparganium</b> (3)
<b>Sparganiaceaeapollenites spp.</b>	<i>Typhaceae</i>	-	-
<b>AFINIDAD INCIERTA</b>			
<b>Beaupreaidites sp.</b>	<i>Incierta</i>	-	-
<b>Diporites sp.</b>	<i>Incierta</i>	-	-
<b>cf. Polyorificites sp.</b>	<i>Incierta</i>	-	-
<b>Intratripoporipollenites sp.</b>	<i>Incierta</i>	-	-
<b>Monosulcadas</b>	<i>Incierta</i>	-	-
<b>Myrtaceoipollenites australis</b>	<i>Incierta</i>	-	-
<b>Myrtaceoipollenites sp.</b>	<i>Incierta</i>	-	-
<b>Rhoipites romeroi</b>	<i>Incierta</i>	-	-
<b>Rhoipites spp.</b>	<i>Incierta</i>	-	-
<i>Tétrade monoporada</i>	<i>Incierta</i>	-	-
<i>Tetraporada</i>	<i>Incierta</i>	-	-
<i>Tetrasincolpada</i>	<i>Incierta</i>	-	-
<b>Tricolpites spp.</b>	<i>Incierta</i>	-	-
<b>Tricolporites spp.</b>	<i>Incierta</i>	-	-
<b>PALINOMORFOS NO POLÍNICOS</b>			
<b>Botryococcus spp.</b>	<i>Chlorococcales: Dictyosphaeriaceae</i>	-	-
<b>Pediastrum spp.</b>	<i>Chlorococcales: Hydrodictyaceae</i>	-	-
<b>Zignema? Tipo B</b>	<i>Zygnematales: Zygnemataceae</i>	-	-
<i>Zygnemataceae?</i>	<i>Zygnematales: Zygnemataceae</i>	-	-
<i>Esporas fúngicas</i>	<i>Hongos</i>	-	-
<i>Acritarcas</i>	<i>Incierta</i>	-	-
<b>cf. Reticulatosphaera actinocoronata</b>	<i>Dinoflagellata</i>	-	-
<b>Operculodinium sp.</b>	<i>Dinoflagellata</i>	-	-
<b>Spiniferites spp.</b>	<i>Dinoflagellata</i>	-	-
<b>Tasmanites sp.</b>	<i>Prasinophyceae</i>	-	-

(1), Raine et al. (2008); (2), Zamaloea (2004); (3), Macphail y Cantrill (2006); (4), Barreda (2002); (5), Barreda et al. (2009); (6), Macphail (1999); (7), Barreda (1997a); (8), Barreda (1997b); (9), Playford (1982); (10), Barreda (1997d); (11), Romero y Zamaloea (1997); (12), Barreda (1997e); (13), Baldoni y Askin (1993); (14), Barreda et al. (2008); (15), Pocknall (1989); (16), Dettmann et al. (1990).



el alto grado de fragmentación de las valvas de *Crassostrea hatcheri*, evidencian la acción de corrientes de moderado a alto grado de energía para la base. Sin embargo, los esporomorfos recuperados en los niveles basales (Zona GB-1) están bien preservados y asociados con ejemplares degradados que se incrementan en los niveles superiores. En el tope de la zona predominan los esporomorfos degradados y degradados-fragmentados, correspondientes a un nivel de arenisca gruesa, con numerosos clastos volcánicos de gran tamaño y bivalvos que presentan sus bordes desgastados, lo que evidencia el transporte por algún agente de alta energía. Particularmente en este nivel, la baja preservación del material palinológico sugiere un alto grado de retrabajo penecontemporáneo, lo que refuerza la información aportada por el análisis sedimentológico, pero no es posible hacer consideraciones acerca de la paleovegetación. El resto de las asociaciones palinológicas de este sector estratigráfico indican el desarrollo de comunidades boscosas con similares porcentajes de especies de Nothofagaceae y Podocarpaceae. Entre las notofagáceas se destacan *Nothofagidites* tipo *brassii* asociados con *N.* tipo *fusca* y *N.* tipo *menziesii*, de este último la especie más abundante es *N. americanus*. Los otros componentes arbóreos predominantes de los bosques son *Podocarpidites* spp. (Podocarpaceae), *Phyllocladidites mawsonii* (*Lagarostrobos franklinii*) y *Araucariacites australis* (*Araucaria*). El sotobosque habría estado representado por especies de las familias Cyatheaceae, Dicksoniaceae y *Baculatisporites comaumensis* (Hymenophyllaceae/Osmundaceae).

En los niveles superiores del sector medio se evidencia un cambio en la granulometría y en la composición palinológica. La presencia de niveles de granulometría fina con improntas de hojas, intercalados con otros conteniendo moluscos marinos junto a los altos porcentajes de esporas de monilófitas, indican un ambiente marino somero, cercano a la costa. La laminación heterolítica, la presencia de óndulas de oscilación y el alto grado de bioturbación, sugieren que podría corresponder a un ambiente de *foreshore* o intermareal. La presencia de niveles de areniscas medias, indica condiciones esporádicas de mayor energía que se hacen más frecuentes hacia el techo del sector medio, sin embargo los esporomorfos bien preservados, degradados y fragmentados se mantienen relativamente constantes en estos niveles. Las asociaciones palinológicas de este intervalo estratigráfico, correspondientes a la Zona GB-2, reflejan un cambio de las comunidades boscosas con la dominancia de *Podocarpidites* spp. (Podocarpaceae), asociados a *Dacrydiu-*

*mites praecupressinoides* (*Dacrydium*) y *Phyllocladidites mawsonii* (*Lagarostrobos franklinii*). La vegetación arbustiva y herbácea está escasamente representada por *Periporopollenites polyoratus* (Caryophyllaceae) y *Tricolpites* spp. con un abundante sotobosque conformado por ejemplares de las familias Cyatheaceae, Dicksoniaceae y afines a *Lophosoria*. El sector medio finaliza con una pelita laminada donde dominan esporomorfos bien preservados, probablemente indicando condiciones de muy baja energía y escaso transporte de los mismos.

Los resultados provenientes del análisis del sector superior permiten interpretar que la sedimentación se habría producido en un ambiente marino somero, con profundidad creciente dentro de un ambiente de *shoreface*. En los niveles inferiores predominan areniscas bioclásticas de matriz arcillosa, con un significativo incremento de la diversidad de invertebrados marinos, reconociéndose la presencia de bivalvos, gasterópodos y braquiópodos, en general articulados y bien preservados. También se registra la presencia de escafópodos, cirripedios, serpúlidos, briozoos, equinodermos, dientes de seláceos, vértebras de peces y fragmentos de troncos. En estos niveles, predominan los esporomorfos bien preservados, incrementándose gradualmente los degradados. Estas características, en conjunto, sugieren condiciones de baja energía y poco transporte de los sedimentos. Las asociaciones palinológicas (Zona GB-3) señalan un cambio significativo, las comunidades boscosas estarían dominadas por *Nothofagidites* tipo *brassii* (Nothofagaceae) asociado a *N.* tipo *fusca*, *N.* tipo *menziesii*, *Podocarpidites* spp. (Podocarpaceae), *D. praecupressinoides* (*Dacrydium*), y *Granodiporites nebulosus* (*Embothrium coccineum*) y la persistencia de un sotobosque conformado principalmente por monilófitas arborescentes como Cyatheaceae y Dicksoniaceae, y otras como Hymenophyllaceae y Blechnaceae. El inicio de este intervalo también está señalado por los primeros registros de Ephedraceae, Myrtaceae y Sapindaceae y el incremento de Anacardiaceae y Liliaceae.

Hacia el techo del sector superior predominan areniscas medias a gruesas, donde los invertebrados se presentan muy fragmentados y se incrementan los esporomorfos degradados. Las asociaciones palinológicas (Zona GB-4) indican principalmente la persistencia de bosques de *Nothofagidites* tipo *brassii*, con *N. acromegacanthus*. Hacia el tope del registro, *Araucariacites australis* (*Araucaria*) muestra una notable reducción y *Arecipites* spp. (Arecaceae) y *Striatricolporites* spp. (Anacardiaceae) están ausentes. El sotobosque sólo está representado por *Cyathidites* spp. (Cyatheaceae). En este in-

tervalo se observa también una disminución en el número de taxones de invertebrados hasta culminar con una concentración mono-específica de *Crassostrea? hatcheri* en posición de vida, con muy alto grado de bioerosión y encostramiento. En el tope se registra un leve incremento de *P. mawsonii* y de *Dacrydiumites praecupressinoides* y similares valores de esporomorfos bien preservados y degradados y ausencia de corroídos. Estas evidencias indicarían que la depositación habría ocurrido en un ambiente marino de baja energía y baja tasa de sedimentación, por debajo de la base de olas de buen tiempo, en un ambiente de plataforma interna.

La interpretación conjunta de la preservación de los esporomorfos y estructuras sedimentarias permite determinar en muchos casos las características de la dinámica del ambiente de depositación. La relación entre las mismas no siempre es directa, posiblemente debido a los numerosos factores asociados que intervienen.

#### **Otros registros palinológicos del Oligoceno en Patagonia**

El Miembro Gran Bajo aflora en el Gran Bajo de San Julián, donde se localiza la sección estudiada, y en los acantilados de la costa aproximadamente a 50 km al noreste, constituyendo el sector inferior de las secciones Cabo Curioso y Playa La Mina. Los niveles inferiores de la Sección Gran Bajo y probablemente la parte inferior del sector medio, son comparables litoestratigráficamente con los niveles estudiados por Barreda (1997a) en Playa La Mina y con la “sección pelítica basal” de los pozos CC-3 y CC-4 (Náñez *et al.*, 2009). Los últimos metros del sector medio y el sector superior, podrían correlacionarse con los primeros metros de la “sección superior” estudiada por Náñez *et al.* (2009). De acuerdo con Barreda (1997a), la asociación palinológica proveniente del nivel carbonoso de Playa La Mina (Oligoceno u Oligoceno tardío temprano) señala el desarrollo de un pantano costero con una vegetación dominada por arcaáceas (< 20%) y mirtáceas (> 15%), araucariáceas (< 10%) y escasas podocarpáceas y nothofagáceas, entre las que domina el tipo brassii (< 5%). La muestra palinológica del nivel superior correspondiente a una pelita, sugiere que la vegetación regional habría estado dominada por nothofagáceas, principalmente tipo fusca (20%), y podocarpáceas (< 25%) asociadas a nissáceas, proteáceas, diversas angiospermas sin especificar (con valores < al 5%) y monilófitas (<15%). La autora señala que dichas asociaciones palinológicas representarían condiciones cálidas y húmedas y que las podocarpáceas y nothofagá-

ceas, tipos brassii y menziesii, se habrían concentrado en lugares protegidos cercanos a cursos de agua.

En cuanto al registro palinológico discontinuo de la “sección pelítica basal” de los pozos CC-3 y CC-4, Náñez *et al.* (2009) señala que la vegetación regional habría estado constituida por bosques de *N.* tipo fusca (40-50%), en algunos niveles asociados al tipo brassii (> 40%), mirtáceas (< 30%), podocarpáceas (< 20%) y proteáceas (< 5%). En los niveles carbonosos de ambientes dulceacuícolas son abundantes las poáceas (< 60%), ciperáceas (< 1%), *Botryococcus* y *Ovoidites*. Estas asociaciones fueron relacionadas con condiciones templadas a templado-cálido y húmedo durante el Oligoceno.

Aproximadamente a 300 km al noreste de la sección Gran Bajo, al sur del Golfo San Jorge, los estudios semi-cuantitativos realizados por Barreda y Palamarczuk (2000) indican que el perfil Mazarredo representa un ambiente de depositación y una asociación palinológica comparable al nivel carbonoso de Playa La Mina. Las autoras también interpretan que el sector inferior de Punta Nava corresponde a un ambiente marino de poca energía, probablemente de plataforma interna, cuyas asociaciones palinológicas presentan podocarpáceas, araucariáceas, mirtáceas y entre las nothofagáceas se destaca el tipo fusca.

A partir del registro palinológico proveniente de la Formación Río Leona de edad oligocena tardía temprana, aflorante a 300 km al suroeste del Gran Bajo, Barreda *et al.* (2009) señalaron el desarrollo de una vegetación regional o extra regional dominada por especies de nothofagáceas (tipo fusca con 50% a 60% en los niveles más abundantes), podocarpáceas y mirtáceas (ambas < 15%), y escasas proteáceas y casuarináceas, bajo condiciones climáticas templadas y húmedas, en un ambiente de depositación continental previo a la inundación del “mar Patagoniano”.

El análisis cuantitativo de las asociaciones palinológicas del Miembro Gran Bajo presentado en este estudio, muestra algunas semejanzas y diferencias con registros de la misma edad publicados por otros autores. En primer lugar, la edad de la sección Gran Bajo se basa en los resultados de dos dataciones  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ , las que permiten asignarla al Oligoceno tardío. Por otro lado, la estratigrafía secuencial brinda información adicional que permite un análisis e interpretación de las asociaciones palinológicas dentro de un marco paleogeográfico local. En la sección Gran Bajo, depositada en un ambiente marino somero marginal, no están representados los niveles correspondientes al desarrollo de

pantanos o lagunas. Los taxones indicadores de comunidades litorales registrados para el Oligoceno por Barreda (1997a) y Nández *et al.* (2009) son escasos, dominando los elementos arbóreos que constituyen los bosques. En este estudio, las Podocarpaceae, *N.* tipo brassii y diversas monilófitas, en su mayoría los helechos arborescentes, son los que muestran las fluctuaciones más notorias, mientras que los valores bajos de *N.* tipo fusca y *N.* tipo menziesii son prácticamente constantes. Es posible que las diferencias entre los registros palinológicos se relacionen con las características paleotopográficas propias de cada localidad o bien a que las secuencias analizadas no sean sincrónicas. La información bioestratigráfica de los registros previos no permite una calibración lo suficientemente ajustada como para confirmar o descartar esta posibilidad.

## CONCLUSIONES

Sobre la base del estudio sedimentológico de la sección Gran Bajo (Miembro Gran Bajo de la Formación San Julián), se interpreta que la misma se depositó en un ambiente marino marginal a marino somero a lo largo de toda la secuencia.

Mediante el análisis de agrupamiento realizado sobre los datos palinológicos se reconocieron dos grupos y cuatro zonas relacionadas con los cambios en los ambientes deposicionales reflejados por la sedimentología.

Para el sector inferior se infiere un ambiente de planicie costera, con desarrollo de lagunas y canales de mareas, que incluye intervalos de menor a mayor energía y capacidad de transporte. Las muestras de este sector estratigráfico analizadas hasta este momento, contienen escaso material palinológico.

El sector medio representa un ambiente de *foreshore* a *shoreface*, con esporomorfos bien preservados en la base e incremento de los desgastados hacia el techo del sector. Las asociaciones palinológicas recuperadas de este sector estratigráfico reflejan que en la vegetación predominaban los bosques de Podocarpaceae, asociados principalmente a *Nothofagus* tipo brassii y un sotobosque dominado por helechos de las familias Cyatheaceae y Dicksoniaceae, entre otros elementos arbustivos y/o herbáceos.

El sector superior indica un ambiente de *shoreface* a plataforma interna. El grado de deterioro de los esporomorfos varía desde bien preservados a desgastados y fragmentados. Se observó un incremento de estas dos últimas categorías hacia el tope de la sección. Las asociaciones palinológicas sugieren que habrían predominado los bosques de Notho-

fagaceae, siendo *N.* tipo brassii el más abundante, asociado con otras podocarpaceas y menor desarrollo del sotobosque de Cyatheaceae con respecto al sector inferior.

El registro palinológico analizado muestra las fluctuaciones de la vegetación regional que se desarrolló durante el Oligoceno tardío. Refuerza las interpretaciones palinológicas previas sobre la Formación San Julián, desde un enfoque interdisciplinario, apoyándose en el análisis cuantitativo y el uso de dataciones isotópicas que permitirán calibrar cambios a escala local y regional.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a B. J. Crilley por el procesamiento de las muestras palinológicas y a M. Griffin por la discusión de parte de los resultados. Los comentarios de M. Prámparo y M.C. Zamaloa en calidad de revisores contribuyeron a mejorar significativamente este trabajo. Este estudio fue realizado mediante proyectos financiados por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (PIP 112-200801-00166), de la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional del Sur (PGI 24/H101), de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Mar del Plata (EXA 611/12) y de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de La Pampa (PI188).

## REFERENCIAS

- Alberti, M. y Donoso, C. 2004. Variación en *Embotrium coccineum* J.R. et G. Forster (Notro o Ciruelillo). En: C. Donoso, A. Premoli, L. Gallo y R. Ipinza (Eds.), *Variación intraespecífica en las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina*. Editorial Universitaria, Santiago de Chile, p. 345–356.
- Alley, N.F. y Broadbridge, L.M. 1992. Middle Eocene palynofloras from the One Tree Hill area, St Vincent Basin, South Australia. *Alcheringa* 6: 241–267.
- Ameghino, F. 1898. Sinopsis Geológico-Paleontológica. *Segundo Censo de la República Argentina* 1: 111–225.
- Angiosperm Phylogeny Group (APG III). 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141: 399–436.
- Archangelsky, S. 1972. Esporas de la Formación Río Turbio (Eoceno), provincia de Santa Cruz. *Revista del Museo de la Plata (Nueva Serie), Paleontología* 6: 65–100.
- Archangelsky, S. 1973. Palinología del paleoceno de Chubut. 1. Descripciones sistemáticas. *Ameghiniana* 10: 339–399.
- Archangelsky, S. 1988. *Gamerroites* un nuevo género de polen bisacado, del Cretácico de Patagonia, Argentina. *Boletín de la Asociación Latinoamericana de Paleobotánica y Palinología* 11: 1–6.
- Archangelsky, S. y Villar de Seoane, L. 2005. Estudios palinológicos del Grupo Baqueró (Cretácico Inferior), Provincia de Santa Cruz, Argentina. 9. Polen bisacado de Podocarpaceae. *Revista Española de Paleontología* 20: 37–56.
- Baldoni, M.A. 1987. Estudios palinológicos de la zona de Collón Cura, provincia de Neuquén, sobre elementos del Terciario inferior y redepósitos de Cretácico inferior. *Revista Española de Micropaleontología* 19: 367–411.
- Baldoni, A.M. y Askin, R.A. 1993. Palynology of the Lower Lefipan Formation (Upper Cretaceous) of Barranca de los Perros, Chubut province,

- Argentina. Part 2. Angiosperm pollen and discussion. *Palynology* 17: 241–264.
- Barreda, V.D. 1992. *Muricingulisporis chenquensis*, una nueva especie de espora de pteridophyta del Terciario de Patagonia, Argentina. *Ameghiniana* 29: 347–351.
- Barreda, V.D. 1997a. Palinestratigrafía de la Formación San Julián en el área de Playa La Mina (provincia de Santa Cruz), Oligoceno de la Cuenca Austral. *Ameghiniana* 34: 283–294.
- Barreda, V.D. 1997b. Palynomorph assemblage of the Chenque Formation, Late Oligocene–Miocene from Golfo San Jorge Basin, Patagonia, Argentina. Part 1. Terrestrial algae, trilete and monoete spores. *Ameghiniana* 34: 69–80.
- Barreda, V. 1997c. Palynomorph assemblage of the Chenque Formation, Late Oligocene–Miocene from Golfo San Jorge Basin, Patagonia, Argentina. Part 2: gymnosperm and colpate pollen. *Ameghiniana* 34: 81–92.
- Barreda, V.D. 1997d. Palynomorph assemblage of the Chenque Formation, Late Oligocene–Miocene from Golfo San Jorge Basin, Patagonia, Argentina. Part 3. Polycolpate and tricolporate pollen. *Ameghiniana* 34: 131–144.
- Barreda, V.D. 1997e. Palynomorph assemblage of the Chenque Formation, Late Oligocene–Miocene from Golfo San Jorge Basin, Patagonia, Argentina. Part 4. Polycolporate and porate pollen. *Ameghiniana* 34: 145–154.
- Barreda, D.V. 2002. Palinofloras Cenozoicas. En: M.J. Haller (Ed.), *Geología y Recursos Naturales de Santa Cruz, Relatorio del 15º Congreso Geológico Argentino*, p. 545–567.
- Barreda, V. y Palamarczuk, S. 2000. Palinestratigrafía de depósitos del Oligoceno tardío–Mioceno en el área sur del Golfo San Jorge, provincia de Santa Cruz, Argentina. *Ameghiniana* 37: 103–117.
- Barreda, V., Palazzesi, L. y Tellería, M.C. 2008. Fossil pollen grains of Asteraceae from the Miocene of Patagonia: Nassauviinae affinity. *Review of Palaeobotany and Palynology* 151: 51–58.
- Barreda, V., Palazzesi, L. y Marensi, S. 2009. Palynological record of the Paleogene Río Leona Formation (southernmost South America): Stratigraphical and paleoenvironmental implications. *Review of Palaeobotany and Palynology* 154: 22–33.
- Bertels, A. 1970. Sobre el “Piso Patagónico” y la representación de la época del Oligoceno en Patagonia Austral, República Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 25: 495–501.
- Bertels, A. 1977. Estratigrafía y micropaleontología de la Formación San Julián en su área tipo, provincia de Santa Cruz, República Argentina. *Ameghiniana* 14: 233–293.
- Bujak, J.P. y Matsuoka, K. 1986. Taxonomic reallocation of Cenozoic dinoflagellate cysts from Japan and the Bering Sea. *Palynology* 10: 235–241.
- Christenhusz, M.J.M., Reveal, J.L., Farjon, A., Gardner, M.F., Mill, R.R. y Chase, M.W. 2011. A new classification and linear sequence of extant gymnosperms. *Phytotaxa* 19: 55–70.
- Cookson, I.C. 1947. Plant microfossils from the lignites of the Kerguelen Archipelago. British and New Zealand Antarctic Research Expedition, 1929–1931, *Reports Series A 2*: 129–142.
- Cookson, I.C. 1950. Fossil pollen grains of Proteaceous type from Tertiary deposits in Australia. *Australian Journal of Science, series B* 3: 166–177.
- Cookson, I.C. y Pike, K.M. 1953. The Tertiary occurrence and distribution of *Podocarpus* (Section *Dacrycarpus*) in Australia and Tasmania. *Australian Journal of Botany* 1: 71–82.
- Cookson, I.C. y Pike, K. 1954. Some dicotyledonous pollen types from Cainozoic deposits in the Australian region. *Australian Journal of Botany* 2: 197–219.
- Couper, R.A. 1953. Upper Mesozoic and Cainozoic spores and pollen grains from New Zealand. *New Zealand Geological Survey Palaeontological Bulletin* 22: 1–77.
- Couper, R.A. 1958. British Mesozoic microspores and pollen grains. A systematic and stratigraphic study. *Palaeontographica Abteilung B* 103: 75–179.
- Couper, R.A. 1960. New Zealand Mesozoic and Cainozoic plant microfossils. *New Zealand Geological Survey Palaeontological Bulletin* 32: 1–87.
- Delcourt, P.A. y Delcourt, H.R. 1980. Pollen preservation and Quaternary environmental history in the southeastern United States. *Palynology* 4: 215–231.
- Dettmann, M.E. 1963. Upper Mesozoic microfloras from South-Eastern Australia. *Proceedings of the Royal Society of Victoria* 77: 1–148.
- Dettmann, M.E., Pocknall, D.T., Romero, E.J. y Zamalao, M.C. 1990. *Nothofagidites* Erdtman ex Potonié, 1960; a catalogue of species with notes on the paleogeographic distribution of *Nothofagus* Bl. (Southern Beech). *New Zealand Geological Survey, Palaeontological Bulletin* 60: 1–79.
- Dettman, M.E. y Jarzen, D.M. 1988. Angiosperm pollen from uppermost Cretaceous strata of southeastern Australia and the Antarctic Peninsula. *Association of Australasian Palaeontologists, Memoir* 5: 217–237.
- Dutta, S.K. y Sah, S.C.D. 1970. Palyno-stratigraphy of the Tertiary sedimentary formations of Assam: 5. Stratigraphy and palynology of South Shillong Plateau. *Palaeontographica Abteilung B* 131: 1–72.
- Erdtman, G. 1960. On three new genera from the Lower Headon Beds, Berkshire. *Botaniska Notiser* 113: 46–48.
- Fasola, A. 1969. Estudio palinológico de la Formación Loreto (Terciario medio), Provincia de Magallanes, Chile. *Ameghiniana* 6: 3–49.
- Filatoff, J. 1975. Jurassic palynology of the Perth Basin, Western Australia. *Palaeontographica Abteilung B* 154: 1–113.
- Grimm, E. 2004. TGView Version 2.0.2. Software. Illinois State Museum, Research and Collection Center. Springfield, Illinois.
- Harris, W.K. 1965. Basal Tertiary microfloras from the Princetown area, Victoria, Australia. *Palaeontographica Abteilung B* 115: 75–106.
- Harris, W.K. 1972. New form species of pollen from southern Australian early Tertiary sediments. *Transactions of the Royal Society of Australia* 96: 53–65.
- Helby, R. 1967. Triassic plant microfossils from a shale within the Wollar Sandstone, N.S.W. *Journal and proceedings of the Royal Society of New South Wales* 100: 61–73.
- Kemp, E.M. y Harris, W.K. 1977. The palynology of early Tertiary sediments, Ninetyeast Ridge, Indian Ocean. *Special Papers in Palaeontology* 19: 1–70.
- Khan, A.M. y Martin, A.R.H. 1971. A note on genus *Polypodiisporites* R. Potonié. *Pollen et Spores* 13: 475–480.
- Krutzsch, W. 1959. Sporen- und Pollengruppen aus der Oberkreide und dem Tertiär Mitteleuropas und ihre stratigraphische Verteilung. *Zeitschrift für angewandte Geologie* 3: 519–548.
- Krutzsch, W. 1963. *Atlas der Mittel- und Jungtertiären dispersen Sporen- und Pollen-sowie der Mikroplanktonformen des nördlichen Mitteleuropas. Lieferung 2: Die Sporen der Anthocerotaceae und der Lycopodiaceae.* Veb Gustav Fischer Verlag, Jena, 141 p.
- Krutzsch, W. 1970. Zur Kenntnis fossiler disperser Tetradenpollen. *Palaeontologische Abhandlungen Abteilung B., Palaeobotanik* 3: 399–430.
- Macphail, M.K. 1999. Palynostratigraphy of the Murray Basin, Inland Southeastern Australia. *Palynology* 23: 197–240.
- Macphail, M. y Cantrill, D. 2006. Age and implications of the Forest Bed, Falkland Islands, southwest Atlantic Ocean: Evidence from fossil pollen and spores. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 240: 602–629.



- Malumíán, N. 1999. La sedimentación y el volcanismo terciarios en la Patagonia Extraandina. En: R. Caminos (Ed.), *Geología Argentina, Anales del Instituto de Geología y Recursos Minerales*. SEGEMAR, Buenos Aires, 29, p. 557–612.
- Malumíán, N. 2002. El Terciario marino. Sus relaciones con el eustatismo. En: M.J. Haller (Ed.), *Geología y Recursos Naturales de Santa Cruz, Relatorio del 15º Congreso Geológico Argentino*, p. 237–244.
- Manassero, M., Griffin, M. y Pastorino, G. 1997. Coquinas and shelf deposits of the San Julián Formation (Upper Eocene-Lower Oligocene) southern Patagonia, Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 52: 286–296.
- McIntyre, D.J. 1968. Further new pollen species from New Zealand Tertiary and uppermost Cretaceous deposits. *New Zealand Journal of Botany* 6: 177–204.
- Menéndez, C.A. y Caccavari de Felice, M.A. 1975. Las especies de *Nothofagidites* (polen fósil de *Nothofagus*) de sedimentos Terciarios y Cretácicos de la Estancia La Sara, norte de Tierra del fuego, Argentina. *Ameghiniana* 12: 165–183.
- Mildenhall, D.C. 1978. *Cranwellia costata* n.sp. and *Podosporites erugatus* n.sp. from middle Pliocene (early Pleistocene) sediments, South Island, New Zealand. *Journal of the Royal Society of New Zealand* 8: 253–274.
- Mildenhall, D.C. y Crosbie, Y.M. 1979. Some porate pollen from the upper Tertiary of New Zealand. *New Zealand Journal of Geology and Geophysics* 22: 499–508.
- Mildenhall, D.C. y Pocknall, D.T. 1989. Miocene-Pleistocene spores and pollen from Central Otago, South Island, New Zealand. *New Zealand Geological Survey, Palaeontological Bulletin* 59: 1–128.
- Milne, L.A. 1988. Palynology of a late Eocene lignitic sequence from the western margin of the Eucla Basin, Western Australia. *Memoir of the Association of Australasian Palaeontologists* 5: 285–310.
- Movía, C.P., Soriano A. y León, R.J.C. 1987. La vegetación de la cuenca del río Santa Cruz (provincia de Santa Cruz, Argentina). *Darwiniana* 28: 9–78.
- Náñez, C. 1988. Foraminíferos y bioestratigrafía del Terciario Medio de Santa Cruz oriental. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 43: 493–517.
- Náñez, C., Quattrocchio, M.E. y Ruiz, L. 2009. Palinología y micropaleontología de las Formaciones San Julián y Monte León (Oligoceno-Mioceno temprano) en el subsuelo de Cabo Curioso, provincia de Santa Cruz, Argentina. *Ameghiniana* 46: 669–693.
- Oliva, G., González, L., Rial, P. y Livraghi, E. 2001. El ambiente en la Patagonia Austral. En: P. Borrelli y G. Oliva (Eds.), *Ganadería ovina sustentable en la Patagonia Austral*. INTA, Buenos Aires 2: 19–82.
- Overpeck, J.T., Webb III, T. y Prentice, I.C. 1985. Quantitative interpretation of fossil pollen spectra: dissimilarity coefficients and the method of modern analogues. *Quaternary Research* 23: 87–108.
- Paden Phillips, P. y Felix, C.J. 1972. A study of lower and middle Cretaceous spores and pollen from the southwestern United States. 1. Spores. *Pollen et Spores* 13: 279–348.
- Paez, M.M., Schäbitz, F. y Stutz, S. 2001. Modern pollen-vegetation and isopoll maps in southern Argentina. *Journal of Biogeography* 28: 997–1021.
- Panza, J.L., Irigoyen, M.V. y Genini, A. 1995. Hoja Geológica 4969-IV, Puerto San Julián, provincia de Santa Cruz, República Argentina. *Boletín de la Secretaría de Minería de la Nación, Dirección Nacional del Servicio Geológico* 211: 1–77.
- Parras, A. y Casadío, S. 2002. Oyster concentrations from the San Julián Formation, Paleogene of Patagonia, Argentina: Taphonomic Analysis and Paleoenvironmental implications. En: M. De Renzi, M.V. Pardo Alonso, M. Belinchón, M., E. Peñalver, P. Montoya y Márquez-Aliaga, A. (Eds.), *Currents Topics on Taphonomy and Fossilization, 3. Taphonomy of the shell concentrations*. Ajuntament de Valencia, Valencia, p. 207–213.
- Parras, A. y Casadío, S. 2005. Taphonomy and sequence stratigraphic significance of oyster-dominated concentrations from the San Julián Formation, Oligocene of Patagonia, Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 217: 47–66.
- Parras, A., Griffin, M., Feldmann, R., Casadío, S., Schweitzer, C. y Marensi, S. 2008. Correlation of marine beds based on Sr- and Ar- date determinations and faunal affinities across the Paleogene/Neogene boundary in southern Patagonia, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 26: 204–216.
- Playford, G. 1982. Neogene palynomorphs from the Huon Peninsula, Papua New Guinea. *Palynology* 6: 29–54.
- Pocknall, D.T. 1982. Palynology of late Oligocene Pomahaka Estuarine Bed sediments, Waikoikoi, Southland, New Zealand. *New Zealand Journal of Botany* 20: 263–287.
- Pocknall, D.T. 1989. Late Eocene to Early Miocene vegetation and climate history of New Zealand. *Journal of the Royal Society of New Zealand* 19: 1–18.
- Pocknall, D.T. y Crosbie, Y.M. 1982. Taxonomic revision of some Tertiary tricolporate and tricolpate pollen grains from New Zealand. *New Zealand Journal of Botany* 20: 7–15.
- Pocknall, D.T. y Mildenhall, D.C. 1984. Late Oligocene-early Miocene spores and pollen from Southland, New Zealand. *New Zealand Geological Survey, Paleontological Bulletin* 51: 1–66.
- Pocock, S.A.J. 1962. Microfloral analysis and age determinations of strata at the Jurassic-Cretaceous boundary in the western Canada Plains. *Palaeontographica Abteilung B* 111: 1–95.
- Pöthe de Baldis, D. 1974. La microflora del carbón de Cabo Curioso (Eoceno superior-Oligoceno inferior), provincia de Santa Cruz. *1º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía* (San Miguel de Tucumán), *Resúmenes*: 30.
- Potonié, R. 1956. Synopsis der Gattungen der *Sporae dispersae*. 1. Teil: Sporites. *Beihfte zum Geologischen Jahrbuch* 23: 1–103.
- Potonié, R. 1960. Synopsis der Gattungen der *Sporae dispersae*. 3. Teil: Nachträge Sporites, Fortsetzung Pollenites. *Beihfte zum Geologischen Jahrbuch* 39: 1–189.
- Raine, J.I., Mildenhall, D.C. y Kennedy, E.M. 2011. New Zealand fossil spores and pollen: an illustrated catalogue. 4th edition. *GNS Science miscellaneous series* 4. Web: <http://data.gns.cri.nz/sporepollen/index.htm> Acceso en Enero de 2012.
- Romero, E.J. 1973. Polen fósil de "*Nothofagus*" (*Nothofagidites*) del Cretácico y Paleoceno de Patagonia. *Revista del Museo de la Plata* 7: 291–303.
- Romero, E.J. 1977. *Polen de gimnospermas y fagáceas de la Formación Río Turbio (Eoceno), Santa Cruz, Argentina*. Unidad de Paleobotánica y Palinología, Centro de Investigaciones en Recursos Geológicos, Fundación para la Educación, la Ciencia y la Cultura, Buenos Aires, 219 p.
- Romero, E.J. y Zamaloa, M.C. 1997. Clave para la identificación de las especies y puesta a punto del registro de *Nothofagidites* en América del Sur. *Ameghiniana* 34: 207–214.
- Smith, A.R., Pryer, K.M., Schuettpelz, E., Korall, P., Schneider, H. y Wolf, P.G. 2006. A classification for extant ferns. *Taxon* 55: 705–731.
- Stover, L.E. y Evans, P.R. 1973. Upper Cretaceous-Eocene spore-pollen zonation offshore Gippsland Basin, Australia. *Geological Society of Australia, Special Publication* 4: 55–72.
- Stover, L.E. y Partridge, A.D. 1973. Tertiary and Late Cretaceous spores and pollen from the Gippsland Basin, southeastern Australia. *Proceedings of the Royal Society of Victoria* 85: 237–286.
- Stover, L. y Partridge, A. 1982. Eocene spore-pollen from the Werillup Formation, Western Australia. *Palynology* 6: 69–95.
- Truswell, E.M. 1983. Recycled Cretaceous and Tertiary pollen and spores in Antarctic marine sediments: a catalogue. *Palaeontographica Abteilung B* 186: 121–174.

- Truswell, E.M. y Owen, J.A. 1988. Eocene pollen from Bungonia, New South Wales. *Memoirs of the Association of Australasian Palaeontologists* 5: 259–284.
- Truswell, E.M., Sluiter, I.R. y Harris, W.K. 1985. Palynology of the Oligocene-Miocene sequence in the Oakvale-1 corehole, western Murray Basin, South Australia. *Bureau of Mineral Resources Journal of Australian Geology and Geophysics* 9: 267–295.
- Wilson, L.R. y Webster, R.M. 1946. Plant microfossils from a Fort Union coal of Montana. *American Journal of Botany* 33: 271–278.
- Zachos, J., Pagani, M., Sloan, L., Thomas, E. y Billups, K. 2001. Trends, rhythms, and aberrations in global climate 65 Ma to Present. *Science* 292: 686–693.
- Zamaloa, M.C. 1992. A new species of *Nothofagidites*, *N. americanus*, from Patagonia and Antarctica. *Review the Palaeobotany and Palynology* 72: 49–53.
- Zamaloa, M.C. 1996. Asociación de zigósporas de Zignemataceae (Chlorophyta) en el Terciario Medio de Tierra del Fuego, Argentina. *Ameghiniana* 33: 179–184.
- Zamaloa, M.C. 2004. Miocene algae and spores from Tierra del Fuego, Argentina. *Alcheringa* 28: 205–227.
- Zamaloa, M.C. y Barreda, V.D. 1992. *Nothofagidites tehuelchesii*, a new species from the Tertiary of Patagonia. *Review the Palaeobotany and Palynology* 72: 55–59.

**Apéndice 1:** Lista de especies/ *List of species*

**Bryophyta sensu lato**

- cf. *Cingulatisporites lachlanae* (Couper) Krutzsch 1959  
 \**Interulobites* cf. *intraverrucatus* (Brenner) Paden Phillips y Felix 1972  
*Stereisporites antiquasporites* (Wilson y Webster) Dettmann 1963

**Lycophyta**

- cf. *Ceratosporites* spp.  
*Foveotriletes* sp.  
*Retitriletes austroclavitudites* (Cookson) Döring, Krutzsch, Mai y Schulz en Krutzsch 1963  
*Retitriletes* spp.

**Monilophyta**

- \*aff. *Trilites verrucatus* Couper 1953  
*Azolla* sp.  
*Baculatisporites comaumensis* (Cookson) Potonie 1956  
*Baculatisporites disconformis* Stover en Stover y Partridge 1973  
*Baculatisporites* spp.  
*Baculatisporites turbioensis* Archangelsky 1972  
 cf. *Osmundacidites wellmanii* Couper 1953  
 \**Concavisporites (Obtusisporis) sinuatus* (Couper) Krutzsch 1959  
*Cyatheacidites annulatus* Cookson 1947  
*Cyathidites australis* Couper 1960  
 \**Cyathidites* cf. *breviradiatus* Helby 1967  
 \**Cyathidites* cf. *concaus* (Bolkhovitina) Dettmann 1963  
*Cyathidites* cf. *paleospora* (Martin) Alley y Broadbridge 1992  
*Cyathidites minor* Couper 1953  
*Dictyophyllidites arcuatus* Pocknall y Mildenhall 1984  
*Dictyophyllidites* spp.  
*Gleichnediites* spp.  
*Ischyosporites areapunctatis* (Stuchlik) Barreda 1997b

- \**Ischyosporites* cf. *volkheimeri* Filatoff 1975  
*Ischyosporites gremius* Stover y Partridge 1973  
*Laevigatosporites major* (Cookson) Krutzsch 1959  
*Laevigatosporites ovatus* Wilson y Webster 1946  
*Matonisporites* cf. *mulleri* Playford 1982  
*Matonisporites ornamentalis* (Cookson) Partridge en Stover y Partridge 1973  
*Monolites alveolatus* Couper 1960  
*Muricungulisporis chenuensis* Barreda 1992  
*Peromonolites vellosus* Partridge en Stover y Partridge 1973  
*Polyodiisporites inangabuensis* (Couper) Potonié 1956  
*Polyodiisporites minimus* (Couper) Khan y Martin 1971  
*Polyodiisporites radiatus* Pocknall y Mildenhall 1984  
*Polyodiisporites* spp.  
*Rugulatisporites* cf. *cowrensis* Mildenhall y Pocknall 1989  
*Rugulatisporites* cf. *mallatus* Stover en Stover y Partridge 1973  
*Rugulatisporites* spp.  
 Tipo *Pteris* spp.  
*Todisporites minor* Couper 1958  
*Tuberculatisporites* sp.

**Afinidad incierta**

- Biretisporites crassilabratus* Archangelsky 1972  
*Biretisporites* spp.  
*Leiotriletes* spp.  
*Microfoveolatisporis* sp.  
*Monolites* spp.  
*Reticuloideosporites tenellis* Krutzsch 1959  
*Reticuloideosporites* sp.  
*Undulatisporites* sp.

**Cycadophyta**

- \**Cycadopites* cf. *follicularis* Wilson y Webster 1946  
 \*cf. *Cycadopites* sp.

**Pinophyta**

- Araucariacites australis* Cookson 1947  
*Araucariacites* spp.  
*Cedripites* sp.  
*Dacrycarpites australiensis* Cookson y Pike 1953  
*Dacrycarpites* sp.  
*Dacrydiumites praecupressinoides* (Couper) Truswell 1983  
*Gamerroites psilasaccus* (Archangelsky y Romero) Archangelsky 1988  
*Gamerroites* spp.  
*Inaperturopollenites* sp.  
*Microaladidites paleogenicus* (Cookson y Pike) Mildenhall y Pocknall 1989  
*Microaladidites varisaccatus* Mildenhall y Pocknall 1989  
*Microcachrydites antarcticus* Cookson 1947  
*Phyllocladidites mawsonii* Cookson 1947 ex Couper 1953  
*Phyllocladidites* spp.  
*Phyllocladidites verrucosus* (Cookson) Stover y Evans 1973  
 \**Podocarpidites* cf. *auriculatus* Archangelsky y Villar de Seoane 2005  
*Podocarpidites elegans* Romero 1977  
*Podocarpidites ellipticus* Cookson 1947  
*Podocarpidites exiguus* Harris 1965  
*Podocarpidites marwickii* Couper 1953

\**Podocarpidites* cf. *parviauriculatus* Archangelsky y Villar de Seoane 2005  
*Podocarpidites rugulosus* Romero 1977  
*Podocarpidites* spp.  
*Podosporites brevisaccatus* (Couper) Mildenhall 1978  
*Podosporites* cf. *erugatus* Mildenhall 1978  
 \**Podosporites* cf. *obikaensis* (Couper) Pocock 1962  
*Podosporites parvus* (Couper 1960) Mildenhall 1978  
*Trichotomosulcites subgranulatus* Couper 1953  
*Trichotomosulcites* sp.

### Gnetophyta

*Equisetosporites claricristatus* (Shakmundes) Barreda 1997c  
*Equisetosporites* spp.

### Angiospermae

*Assamiapollenites incognitus* Pocknall y Mildenhall 1984  
 cf. *Pseudowinterapollis* spp.  
*Clavatipollenites ascarinoides* McIntyre 1968  
*Clavatipollenites* spp.  
*Lactoripollenites* sp.  
*Liliacidites variegatus* Couper 1953  
*Periporopollenites demarcatus* Stover en Stover y Partridge 1973  
*Periporopollenites* spp.  
*Pseudowinterapollis couperi* Krutzsch 1970  
*Rhoipites* cf. *microluminus* Kemp en Kemp y Harris 1977  
*Tricolpites* cf. *delicatus* Couper 1960  
*Tricolpites* cf. *densifoveatus* McIntyre 1968  
*Tricolpites* cf. *fissilis* Couper 1960  
*Tricolpites* cf. *waitunaensis* (Couper) Pocknall y Crosbie 1982  
*Tricolpites membranatus* Couper 1960

### Angiospermae - Eudicotyledoneae

cf. *Nuxipollenites* sp.  
 cf. «*Rhoipites*» *cienaguensis* (Dueñas) Barreda 1997d  
 cf. *Senipites patagonica* Barreda 1997d  
 cf. *Senipites* sp.  
*Chenopodiipollis chenopodiaceoides* (Martin 1973) Truswell en Truswell *et al.* 1985  
*Compositoipollenites* cf. *tarragoensis* Truswell y Owens 1988  
*Concolpites leptos* Partridge en Stover y Partridge 1973  
*Corsinipollenites atlantica* Barreda 1997e  
*Cupanieidites orthoteichus* Cookson y Pike 1954  
*Cupanieidites reticularis* Cookson y Pike 1954  
*Diporites aspis* Pocknall y Mildenhall 1984  
*Dryadopollis minima* Barreda 1997d

### Ericaceae

*Ericipites* spp.  
*Gothanipollis* sp.  
*Granodiporites nebulosus* Stover y Partridge 1973  
*Huanilipollis* cf. *cabrenae* Barreda, Palazzesi y Tellería 2008  
*Huanilipollis* cf. *criscii* Barreda, Palazzesi y Tellería 2008  
*Mutisiapollis* sp.  
*Myricipites harrisii* (Couper) Dutta y Sah 1970  
*Myricipites* sp.  
*Myrtacidites* spp.  
*Myrtacidites verrucosus* Partridge en Stover y Partridge 1973

*Nothofagidites acromegacanthus* Menéndez y Caccavari 1975  
*Nothofagidites americanus* Zamaloa 1992  
*Nothofagidites anisoechinatus* Menéndez y Caccavari 1975  
*Nothofagidites* cf. *lachlaniae* (Couper) Pocknall y Mildenhall 1984  
*Nothofagidites dorotensis* Romero 1973  
*Nothofagidites flemingii* (Couper) Potonie 1960  
*Nothofagidites fuegiensis* Menéndez y Caccavari 1975  
*Nothofagidites kaitangataensis* (Te Punga) Romero 1973  
*Nothofagidites nanus* Romero 1977  
*Nothofagidites rocaensis* Romero 1973  
*Nothofagidites saraensis* Menéndez y Caccavari 1975  
*Nothofagidites tehuelchesii* Zamaloa y Barreda 1992  
*Nothofagidites* tipo brassii  
*Nothofagidites* tipo fusca  
*Nothofagidites* tipo menziesii  
*Nothofagidites waipawaensis* (Couper) Fasola 1969  
*Nyssapollenites endobalteus* (McIntyre) Kemp y Harris 1977  
*Peninsulapollis* cf. *gilli* (Cookson) Dettmann y Jarzen 1988  
*Periporopollenites polyoratus* (Couper) Stover en Stover y Partridge 1973  
*Proteacidites* cf. *tenuicinus* Stover en Stover y Partridge 1973  
*Proteacidites parvus* Cookson 1950  
*Proteacidites pseudomoides* Stover en Stover y Partridge 1973  
*Proteacidites rynthius* Stover y Partridge 1982  
*Proteacidites* spp.  
*Sriatricolporites gameroi* Archangelsky 1973  
*Sriatricolporites* spp.  
*Thymelaepollis* sp.  
*Tricolpites reticulatus* Cookson 1947 *ex* Couper 1953  
*Tripoporopollenites ambiguus* Stover en Stover y Partridge 1973

### Angiospermae - Monocotiledoneae

aff. Potamagetonaceae  
*Arecipites minutiscabratus* (McIntyre) Milne 1988  
*Arecipites* spp.  
 cf. *Arecipites subverrucatus* (Pocknall) Mildenhall y Pocknall 1989  
 cf. *Spinizonocolpites* sp.  
*Cyperaceapollis* sp.  
*Graminidites* spp.  
*Liliacidites* cf. *aviemorensis* McIntyre 1968  
*Liliacidites* cf. *intermedius* Couper 1953  
 \**Liliacidites kaitangataensis* Couper 1953  
*Liliacidites perforatus* Pocknall 1982  
*Liliacidites* spp.  
*Milfordia argentina* Barreda 1997e  
*Milfordia hypolaenoides* Erdtman 1960

### Philesiaceae

*Sparganiaceapollenites barungensis* Harris 1972  
*Sparganiaceapollenites sphericus* (Couper) Mildenhall en Mildenhall y Crosbie 1979

### Afinidad incierta

*Beaupreaidites* sp.  
 cf. *Polyorificites* sp.  
*Diporites* sp.  
*Intratripoporopollenites* sp.

**Monosulcados**

*Myrtaceipollenites australis* Harris 1965

*Myrtaceipollenites* sp.

*Rhoipites romeroi* Baldoni 1987

*Rhoipites* spp.

Tétrade monoporada

Tetraporado

Tetrasincolpado

*Tricolpites* spp.

*Tricolporites* spp.

**Palinomorfos no polínicos**

Algas

*Botryococcus* spp.

*Pediastrum* spp.

*Zignema?* Tipo B en Zamaloa (1996)

Zignemataceae?

Acritarcas

*Tasmanites* sp.

Dinoflagellata

cf. *Reticulatosphaera actinocoronata* (Benedek) Bujak y Matsuoka 1986

*Operculodinium* sp.

*Spiniferites* spp.

doi: 10.5710/AMGH.31.12.2011.438

**Recibido:** 30 de noviembre de 2010

**Aceptado:** 31 de diciembre de 2011